

IDENTIFIKASI JENIS BAHAYA DAN PARAMETER PENILAIAN BAHAYA PADA PEKERJAAN KONSTRUKSI

Seng Hansen^{1,*}

¹Program Studi Manajemen dan Rekayasa Konstruksi, Universitas Agung Podomoro, Jakarta, Indonesia

*Corresponding authors: seng.hansen@podomorouniversity.ac.id

Submitted: 28 December 2021, Revised: 11 March 2022, Accepted: 1 April 2022

ABSTRACT: This study aims to identify hazards and hazard assessment parameters in construction works through scientometric and integrative literature review analysis towards relevant academic literature. Scientometric analysis was adopted using Open Knowledge Maps application and followed by a qualitative analysis that produced new perspectives regarding hazard potentials and hazard assessment parameters in construction works. This study has successfully identified 40 construction hazards which grouped into six types, i.e. physical hazards, biological hazards, chemical hazards, technological hazards, psychosocial hazards, and combination. Furthermore, this study has also identified four assessment parameters, namely severity, probability, frequency, and exposure. The contribution of this study lies in its in-depth understanding on the identification of construction hazards and hazard assessment parameters through a comprehensive literature review. The findings are useful for practitioners to advance their safety management quality, as well as for academics to conduct further research on construction hazards, assessment and mitigations.

KEYWORDS: assessment parameters; construction; hazards type; safety.

ABSTRAK: Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis bahaya dan parameter penilaian bahaya dalam pekerjaan konstruksi melalui analisis scientometric dan integrative literature review terhadap berbagai literatur akademik yang relevan. Analisis scientometric diterapkan dengan memanfaatkan aplikasi Open Knowledge Maps dan diikuti dengan analisis kualitatif sehingga menghasilkan perspektif baru terkait jenis potensi bahaya dan parameter penilaiannya pada pekerjaan konstruksi. Penelitian ini berhasil mengidentifikasi 40 jenis bahaya pada pekerjaan konstruksi yang dapat dikelompokkan menjadi enam kelompok, yaitu bahaya fisik, bahaya biologis, bahaya kimiawi, bahaya teknologi, bahaya psikososial, dan kombinasi. Selain itu, penelitian ini juga telah mengidentifikasi empat parameter penilaian bahaya pada pekerjaan konstruksi, yaitu keparahan, kemungkinan, frekuensi, dan paparan. Kontribusi penelitian ini terletak pada pemahaman mendalam terkait identifikasi jenis bahaya dan parameter penilaian bahaya pekerjaan konstruksi melalui kajian literatur yang komprehensif. Temuan penelitian ini dapat dimanfaatkan secara langsung oleh para praktisi sebagai upaya peningkatan kualitas manajemen K3 konstruksi dan juga oleh para akademisi sebagai arahan penelitian terkait potensi bahaya, penilaian dan pencegahannya.

KATA KUNCI: parameter penilaian bahaya; konstruksi; jenis bahaya; K3.

© The Author(s) 2020. This article is distributed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International license.

1 PENDAHULUAN

Industri konstruksi merupakan salah satu sektor utama penyokong perekonomian bangsa. Di sisi lain, pertumbuhan industri konstruksi yang stabil turut memerlukan penyediaan sumber daya manusia yang handal dalam melaksanakan pekerjaan konstruksi. Dengan semakin kompleksnya aktifitas konstruksi, sumber daya manusia konstruksi harus mampu menguasai berbagai macam pengetahuan dan keterampilan sebagai pemenuhan kompetensi yang wajib dikuasai. Salah satunya terkait dengan aspek keselamatan dan kesehatan kerja konstruksi.

Secara statistik, industri konstruksi telah menjadi salah satu industri yang paling berbahaya bagi para pekerjanya (Carter & Smith, 2006; Dharmapalan et al., 2015). Menurut Kinney & Wiruth (1976), istilah “bahaya” menyiratkan bahaya yang pasti, terutama dari

beberapa peristiwa tak terduga dan kebetulan yang berada di luar kendali langsung seseorang. Bahaya juga dapat didefinisikan sebagai faktor berbahaya potensial yang dapat menyebabkan korban jiwa atau kerugian harta benda (Nie et al., 2010). Vitharana et al. (2015) menyebut bahaya sebagai sumber potensi merugikan atau memiliki efek kesehatan yang merugikan pada seseorang atau sekelompok orang. Senada dengan pendapat sebelumnya, Purohit et al. (2018) berpendapat bahwa bahaya merupakan sumber atau situasi dengan potensi bahaya dalam hal cedera manusia atau kesehatan buruk, kerusakan properti, kerusakan lingkungan, atau kombinasi dari semuanya.

Sedangkan istilah “risiko” mengindikasikan kemungkinan bahwa beberapa potensi bahaya tertentu mungkin dapat menyebabkan cedera atau kerusakan (Kinney & Wiruth, 1976). Risiko juga dapat

didefinisikan sebagai kemungkinan seseorang menjadi cedera atau menderita efek kesehatan yang merugikan apabila terpapar suatu bahaya (Vitharana et al., 2015). Purohit et al. (2018) menyebutkan risiko sebagai kombinasi kemungkinan terjadinya peristiwa berbahaya dengan jangka waktu tertentu atau dalam keadaan tertentu dan tingkat keparahan cedera atau kerusakan pada kesehatan manusia, properti, lingkungan, atau kombinasi apapun yang disebabkan oleh peristiwa tersebut. Sebagai suatu potensi, risiko bahaya dapat diminimalisir meskipun bahayanya ada (Vitharana et al., 2015).

Sebagai sebuah industri yang penuh risiko, aktifitas dalam pekerjaan konstruksi menyimpan potensi risiko kecelakaan kerja yang dapat mempengaruhi keberlangsungan proyek konstruksi. Tingkat risiko ini sangat bergantung pada jenis industri, teknologi serta upaya pengendalian risiko yang diterapkan (Urrohmah & Riandadari, 2019). Berbagai isu terkait tindakan-tindakan pekerja yang tidak memenuhi aspek keselamatan kerja (*unsafe acts*) dan kondisi lingkungan kerja yang tidak aman (*unsafe conditions*) perlu menjadi perhatian utama dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi. Untuk meminimalkan potensi terjadi risiko kecelakaan kerja selama pelaksanaan pekerjaan konstruksi, organisasi proyek dituntut untuk dapat memenuhi analisis identifikasi bahaya, penilaian dan pengendalian risiko atau HIRARC (*hazard identification, risk assessment and risk control*). Analisis HIRARC merupakan suatu proses untuk mengidentifikasi potensi bahaya dari suatu aktifitas dalam organisasi, menilai risiko dari bahaya tersebut dan mengendalikan risiko bahaya tersebut guna meminimalisir tingkat risiko yang mungkin terjadi (Urrohmah & Riandadari, 2019).

Meskipun telah dilakukan berbagai upaya untuk mengadopsi dan menerapkan analisis HIRARC pada proyek-proyek konstruksi, sektor ini masih tetap menjadi sektor utama dengan tingkat kecelakaan kerja yang tinggi (Dharmapalan et al., 2015). Hal ini dapat terjadi karena praktek keselamatan dan kesehatan kerja konstruksi (K3 konstruksi) masih bersifat reaktif, tergantung kebutuhan, dan tidak memenuhi standar K3. Selain itu, kurangnya pemahaman para pekerja tentang identifikasi bahaya yang mungkin terjadi selama pelaksanaan pekerjaan konstruksi dapat menjadi salah satu faktor utama tingginya kecelakaan kerja pada proyek-proyek konstruksi.

Penelitian terdahulu telah mengamati fenomena ini dan memberikan berbagai strategi manajemen keselamatan kerja dalam pengendalian potensi bahaya pada proyek konstruksi (Rajendran & Gambatese, 2009). Sebagai contoh, Everett (1999) telah menganalisis risiko ergonomik berkenaan dengan 65 proses konstruksi. Jannadi & Almishari (2003) telah mengembangkan sebuah model untuk mengestimasi nilai total risiko keselamatan pada proyek konstruksi dengan mempertimbangkan penilaian risiko terhadap

aktifitas-aktifitas utama konstruksi, peralatan, bahan berbahaya, dan faktor eksternal. Carter & Smith (2006) telah mengembangkan sebuah alat keselamatan untuk meningkatkan identifikasi bahaya proyek. Rozenfield et al. (2010) melakukan penilaian probabilitas kejadian peristiwa di luar kendali terhadap 14 aktifitas umum konstruksi pada proyek gedung bertingkat. Sedangkan Dharmapalan et al. (2015) berusaha menghitung dan menilai risiko keselamatan pada tahap perancangan untuk proyek gedung bertingkat.

Di sisi lain, tidak banyak studi yang dilakukan untuk mengidentifikasi bahaya pada pekerjaan konstruksi dengan menganalisis temuan pada publikasi terdahulu. Padahal menurut Pietroforte & Stefani (2004), penelitian dapat dilakukan dengan menerapkan analisis sitasi atau studi literatur terhadap publikasi terdahulu. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan memahami berbagai potensi bahaya dalam pekerjaan konstruksi serta parameternya melalui kajian *scientometric* dan *integrative literature review* terhadap berbagai literatur akademik yang relevan dengan fokus penelitian. Temuan yang dihasilkan dari kajian ini bermanfaat dalam memberikan pemahaman lebih mendalam terkait identifikasi jenis bahaya dan parameter penilaian bahaya dalam pekerjaan konstruksi.

2 METODOLOGI

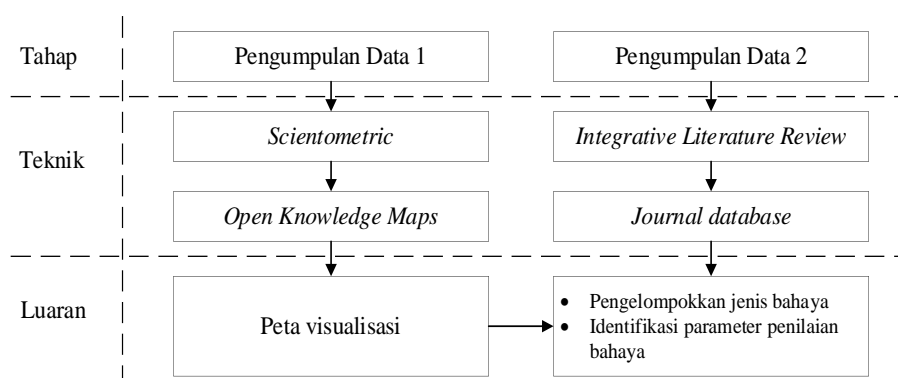
Penelitian ini menerapkan metode kualitatif melalui analisis *scientometric* dan *integrative literature review* terhadap publikasi-publikasi yang relevan dengan topik penelitian. Dengan demikian terdapat dua tahap pengumpulan data sebagaimana terlihat pada Gambar 1. Menurut Hammersley (2001), analisis *scientometric* dapat digunakan untuk membantu kajian literatur terkait isu-isu subyektif. Analisis ini mencakup dua aspek yaitu *text-mining* dan analisis sitasi (Jin et al., 2019). Dalam penelitian ini, analisis *scientometric* dilakukan dengan bantuan aplikasi *Open Knowledge Maps* (OKM). Dalam prosesnya, OKM mengambil *metadata* sekumpulan publikasi yang paling relevan dari *database* yang tersedia berdasarkan kata kunci (*keywords*) yaitu '*hazard risk*' dan '*construction*'. Terdapat empat proses yang diterapkan OKM (Kraker et al., 2020), yaitu:

1. Metadata diproses awal dengan mengabaikan tanda baca, menyaring *stopwords*, mengubahnya ke huruf kecil dan menemukan kata dasar dari sebuah kata (*stemming*).
2. Kemiripan dokumen-dokumen dikalkulasi berdasarkan kesamaan kosinus.
3. Dokumen-dokumen dikelompokkan berdasarkan *ward's method of minimum variance*, dan ditempatkan pada peta visualisasi dengan skala multi-demensi non-metrik.
4. Kelompok-kelompok yang terbentuk diberi label dengan mengambil tiga kata kunci *n-gram* teratas,

yang dibobot berdasarkan *term frequency-inverse document frequency*.

Hasil analisis OKM memberikan sebuah peta visualisasi dari 100 dokumen paling relevan. Sebagai sebuah alat yang berguna dalam mengukur dan menganalisis literatur akademik, hasil analisis perlu ditelaah lebih lanjut melalui analisis kualitatif – dalam penelitian ini digunakan *integrative literature review*. Penelaahan secara kualitatif ini berguna untuk menyaring, memperbaiki dan mempertajam pengelompokan yang terbentuk sehingga pemahaman yang utuh terkait subyek penelitian dapat diproduksi.

Analisis *integrative literature review* merupakan teknik analisis kajian literatur yang digunakan untuk meninjau, mengkritik dan mensintesis berbagai literatur terkait dalam sebuah cara yang terintegrasi sehingga perspektif-perspektif baru dapat dihasilkan (Torraco, 2005). Dalam penelitian ini, analisis *integrative literature review* dilakukan melalui suatu proses sistematis sebagaimana yang telah diadopsi oleh Le et al. (2014) dan Hansen et al. (2018). Proses ini terdiri dari lima tahap sebagaimana terlihat pada Tabel 1.



Gambar 1. Alur Penelitian

Tabel 1. Strategi *Integrative Literature Review*

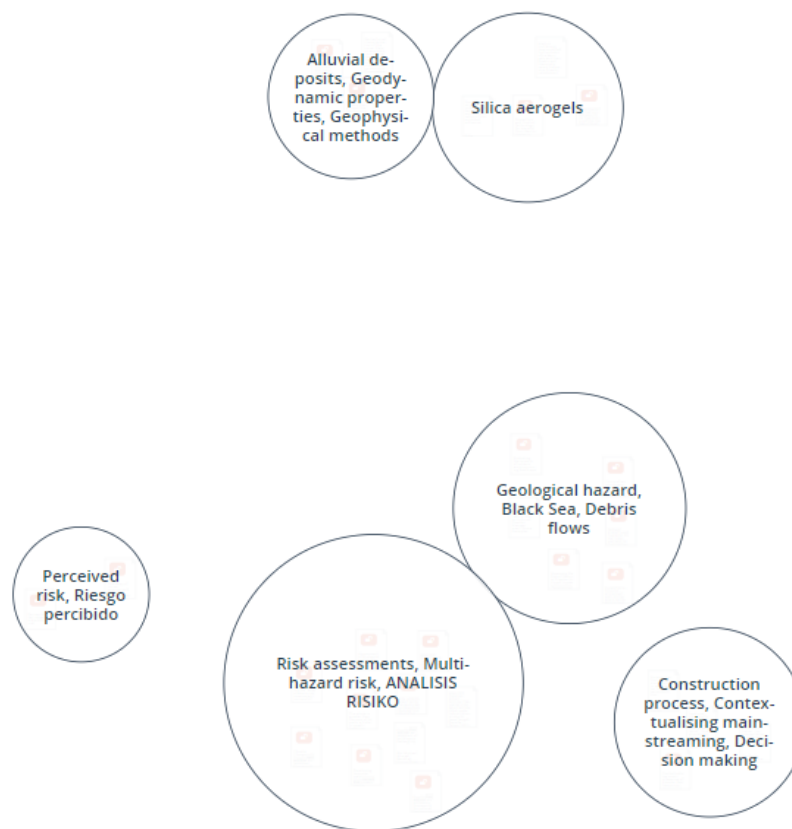
No.	Tahap	Strategi
1	Menentukan target literatur	Target literatur pada database jurnal seperti ASCE (<i>American Society of Civil Engineers</i>), Taylor and Francis, dan Elsevier dan laman daring asosiasi K3 seperti OSHA dan IOSH
2	Mencari publikasi berdasarkan kata kunci	Kata kunci spesifik yang digunakan yaitu ‘ <i>hazard</i> ’, ‘ <i>risk</i> ’, ‘ <i>hazard sources</i> ’, dan ‘ <i>construction</i> ’
3	Menyeleksi publikasi yang relevan	Pemeriksaan secara visual dengan cara membaca bagian abstrak atau ringkasan serta membaca cepat (<i>skimming</i>) keseluruhan bagian artikel
4	Menganalisis publikasi yang terseleksi	<i>Thematic coding analysis</i> digunakan untuk mengolah data melalui pengelompokan berdasarkan kesamaan konsep yang menjadi topik-topik tertentu
5	Melaporkan temuan dan pembahasan	Melaporkan temuan berupa pengelompokan jenis bahaya dan identifikasi parameter penilaian bahaya pekerjaan konstruksi

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Peta Visualisasi Hasil Analisis *Scientometric*

Analisis OKM menghasilkan sebuah peta visualisasi yang berguna untuk memberikan gambaran awal terkait konsep-konsep penting yang muncul berdasarkan kata kunci yang diberikan. Sebagaimana terlihat pada Gambar 2, terdapat enam pengelompokan topik dengan penilaian atau analisis risiko sebagai kluster utama diikuti oleh bahaya

geologis dan proses konstruksi. Berdasarkan peta ini, terlihat bahwa pengelompokan yang ada cenderung mengklasifikasi topik-topik berdasarkan jenis bahayanya seperti kejatuhan debris, *silica aerogels* dan *alluvial deposits*. Sedangkan penilaian risiko, persepsi risiko bahaya dan proses konstruksi dapat dikaitkan dengan identifikasi parameter-parameter penilaian risiko bahaya. Oleh karena itu, hasil analisis *scientometric* selanjutnya ditelaah lebih mendalam melalui analisis kualitatif yang dijelaskan pada sub-bagian berikutnya.



Gambar 2. Peta Hasil Analisis *Scientometric*

3.2 Pengelompokan Jenis Bahaya Pekerjaan Konstruksi

Tabel 2 memperlihatkan enam jenis bahaya pada pekerjaan konstruksi, yaitu bahaya fisik, bahaya biologis, bahaya kimiawi, bahaya teknologi, bahaya psikososial, dan kombinasi bahaya. Jenis bahaya yang paling umum dan sering terjadi adalah bahaya fisik yang mencakup setidaknya 15 identifikasi bahaya. Ketidakaktifan fisik (*physical inactivity*) dikarakteristikan dengan kurang geraknya para pekerja konstruksi karena tuntutan pekerjaan. Ini umumnya terjadi pada tenaga kerja ahli yang cenderung duduk dalam kurun waktu yang lama seperti staf proyek dan operator *crane* (Trost et al., 2002). Akibat dari ketidakaktifan fisik dapat berupa sakit jantung, diabetes tipe II, beberapa jenis kanker, dan obesitas (Colditz, 1999; Zhang et al., 2004). Selain itu, ketidakaktifan fisik juga sering diasosiasikan dengan peningkatan keluhan atau gangguan *musculoskeletal* seperti sakit leher, bahu, dan punggung (Bodhare et al., 2011; Chen et al., 2006).

Selain itu, Bodhare et al. (2011) juga mengemukakan potensi bahaya fisik lain seperti postur yang canggung, pengerahan tenaga berlebihan, pergerakan berulang-ulang, vibrasi dan *contact stress* oleh para pekerja di lapangan. Sedangkan Nie et al.

(2010) mengidentifikasi potensi bahaya pada saat pengerjaan konstruksi seperti tenggelam, bahaya penggalian, debu, kebisingan, sengatan listrik, ledakan, pembakaran, dan temperatur ekstrim yang kerap dialami oleh para pekerja konstruksi di lapangan. Oleh karena pelaksanaan pekerjaan konstruksi harus dilakukan *on-site* (contohnya pekerjaan struktur bawah dan struktur atas), paparan sinar matahari dapat menjadi salah satu potensi bahaya dalam pekerjaan konstruksi (Houdmont & Madgwick, 2015; Peters et al., 2016; SWA, 2011).

Jenis bahaya kedua adalah bahaya biologis seperti bahaya wabah epidemi maupun bahaya yang disebabkan oleh organisme mikro lainnya. EU-OSHA (2007a) memaparkan potensi bahaya epidemi atau pandemi yang dapat menjangkiti banyak orang pada satu waktu yang cepat. Patogen seperti SARS (*severe acute respiratory syndrome*), Ebola, dan COVID-19 (*coronavirus disease*) dapat dengan mudah mewabah pada proyek-proyek konstruksi yang padat karya. Selain itu, organisme mikro seperti bakteri dapat menyebabkan penyakit pada pekerja konstruksi apabila kebersihan dan kesehatan pekerja diabaikan.

Jenis ketiga adalah bahaya kimiawi. Emisi gas buangan diesel kerap dikaitkan dengan kanker paru-paru meskipun harus diteliti lebih lanjut (EU-OSHA, 2009). Selain itu, Houtman et al. (n.d.) turut menyorot

potensi bahaya dari paparan resin epoksi, isosianat, dan paparan langsung pada kulit pekerja konstruksi. Sedangkan Jung et al. (2018) mengidentifikasi bahaya dari debu silika, asap las dan cat, penggunaan nikel dan asbes pada material-material konstruksi. Selain itu, paparan timah dan berilium dapat mengakibatkan permasalahan kesehatan terutama pada sistem kardiovaskular pekerja (OSHA, 2004; OSHA, 2017).

Bahaya psikososial merupakan jenis bahaya yang mulai banyak diteliti. Proyek konstruksi yang dikarakteristikkan dengan aktifitas konstruksi yang padat turut berdampak pada kesehatan mental dan fisik para pekerja (Allebeck dan Mastekaasa, 2004; Eller et al., 2009; SWA, 2011). Proyek konstruksi juga bersifat temporary dimana penyelesaian satu proyek konstruksi berarti selesai pula masa kerja bagi pekerja kasar. Hal ini menyebabkan ketidakpastian bekerja yang dapat berdampak pada kesehatan mental pekerja (Wagenaar et al., 2012). Lebih lanjut, Bodhare et al. (2011) memaparkan potensi bahaya akibat pekerjaan yang monoton, ketidakpuasan bekerja, kurangnya kendali terhadap pekerjaan, dan kurangnya dukungan sosial terhadap gangguan muskuloskeletal para pekerja.

Penelitian terbaru menunjukkan potensi bahaya teknologi yaitu penggunaan nanomaterial (*engineered nanomaterials/ENMs*) dalam pekerjaan konstruksi, utamanya nanopartikel titanium dioxide (TiO₂), zinc oxide (ZnO), aluminium oxide (Al₂O₃), dan perak (Ag). Material ini dapat ditemukan pada kaca jendela, insulasi, beton dan bahan pelapis. Karena ukurannya yang kecil, ENMs ini dapat masuk ke dalam tubuh melalui kulit, sistem pernapasan atau sistem pencernaan manusia. ENMs ini dapat terakumulasi di dalam tubuh, terutama di paru-paru, otak dan hati. Akibat dari paparan ENMs ini dapat berupa peradangan, defisit autoimun, hingga kanker (Diaz-Soler et al., 2016; IOSH, 2017).

Jenis bahaya terakhir adalah kombinasi dimana pekerja konstruksi dapat terpapar lebih dari satu jenis bahaya. Contohnya paparan asap rokok dan asbes dapat meningkatkan risiko kanker paru-paru secara signifikan (Carpenter et al., 2002; Erren et al., 1999). Demikian pula, kombinasi paparan kebisingan dan toluena dapat mengakibatkan peningkatan risiko ketulian daripada paparan hanya salah satu jenis bahaya (Houtman et al., n.d.; Morata & Campo, 2002).

3.3 Parameter Penilaian Bahaya Pekerjaan Konstruksi

Secara umum, penilaian bahaya dilakukan berdasarkan tingkat kategori bahaya. Pengelompokkan kategori ini dapat menyesuaikan pada sistem penilaian tingkat risiko bahaya oleh masing-masing organisasi. Contohnya bahaya tingkat minor, mayor, kritis, dan bencana; atau bahaya tingkat risiko rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Penilaian risiko bahaya ini juga dapat dilakukan secara kualitatif, kuantitatif,

maupun kombinasi. Disini, parameter penilaian bahaya menjadi tolok ukur penting dalam penentuan tingkat bahaya.

Terdapat empat parameter penilaian bahaya dalam pekerjaan konstruksi. Pertama adalah keparahan (*severity*) atau bisa juga disebut konsekuensi (*consequence*). Hal ini merujuk pada tingkat keparahan dari suatu potensi bahaya apabila terjadi. Menurut Dharmapalan et al. (2015), tingkat keparahan ini diukur berdasarkan biaya waktu yang hilang karena suatu cedera. Sedangkan Hallowell & Gambatese (2007) berpendapat bahwa keparahan ini dapat dinyatakan dalam istilah moneter atau pun istilah tingkat cedera (contohnya kematian, kehilangan waktu kerja, kasus medis, dan lain-lain). Purohit et al. (2018) menekankan keparahan sebagai hasil dari suatu peristiwa bahaya yang dapat berupa cedera atau gangguan pada kesehatan, kerusakan properti dan lingkungan, atau kombinasinya.

Parameter kedua adalah peluang (*probability*) atau kemungkinan (*likelihood*). Hal ini merujuk pada tingkat kemungkinan suatu kejadian bahaya dapat terjadi (Hallowell & Gambatese, 2007). Purohit et al. (2018) membedakan peluang sebagai suatu peristiwa yang mungkin terjadi dalam periode tertentu atau dalam keadaan tertentu, sedangkan kemungkinan sebagai probabilitas kerugian ketika terdapat tindakan atau kondisi sub-standar. Okoye (2018) membagi tingkat probabilitas ini ke dalam lima kelompok yaitu jarang, kecil, kadang-kadang, sering, dan hampir pasti terjadi.

Parameter ketiga adalah frekuensi (*frequency*) yang kerap dikaitkan dengan probabilitas. Disini, frekuensi merupakan faktor penentu dalam menentukan suatu kemungkinan (Purohit et al., 2018). Frekuensi dapat dihitung sebagai tingkat cedera dan kematian tahunan berdasarkan jumlah pekerja tahunan (Dharmapalan et al., 2015). Atau sederhananya, frekuensi dihitung berdasarkan jumlah kejadian bahaya terjadi (Purohit et al., 2018).

Terakhir adalah tingkat paparan (*exposure*). Para pekerja konstruksi pasti akan terpapar dari potensi bahaya yang bergantung pada jenis proyek dan aktifitasnya. Terdapat berbagai cara untuk menilai dan menyatakan tingkat paparan ini. Sebagai contoh, Dharmapalan et al. (2015) menggambarkan tingkat paparan per responden pekerja selama 30% waktu pekerjaan bekisting, 10% untuk pekerjaan pengecoran, dan seterusnya. SWA (2015) memberikan beberapa cara penilaian tingkat paparan untuk masing-masing bahaya, yaitu paparan radiasi matahari (dengan pertanyaan), pekerjaan basah (dengan frekuensi), kebisingan (dengan pertanyaan), vibrasi (dengan pertanyaan), bahaya biologis (dengan pertanyaan), tuntutan pekerjaan (dengan frekuensi), dan bahaya kimiawi (dengan pertanyaan).

Tabel 2. Pengelompokan Jenis Bahaya dalam Pekerjaan konstruksi

No	Jenis	Identifikasi Bahaya	Referensi
1	Bahaya Fisik	Ketidaktifan fisik	Bodhare et al. (2011), Chen et al. (2006), Colditz (1999), EU-OSHA (2005), Houtman et al. (n.d.), Trost et al. (2002), Zhang et al. (2004)
2		Postur canggung	Bodhare et al. (2011), Speilholz et al. (2006)
3		Pengerahan tenaga berlebihan	Bodhare et al. (2011)
4		Pergerakan berulang-ulang	Bodhare et al. (2011), Speilholz et al. (2006), SWA (2011)
5		Vibrasi	Bodhare et al. (2011), Speilholz et al. (2006)
6		Contact stress	Bodhare et al. (2011)
7		Tenggelam	Nie et al. (2010)
8		Kejatuhan/penggalian	Nie et al. (2010)
9		Debu	Nie et al. (2010)
10		Kebisingan	Nie et al. (2010), OSHA (2011), SWA (2011)
11		Sengatan listrik	Janicak (1997), Nie et al. (2010), SWA (2011), Zhao et al. (2015)
12		Ledakan fisik	Nie et al. (2010)
13		Pembakaran	Nie et al. (2010)
14		Temperatur ekstrim	Nie et al. (2010), SWA (2011)
15		Radiasi, paparan matahari	Houdmont & Madgwick (2015), Peters et al. (2016), SWA (2011)
16	Bahaya Biologis	Epidemi/pandemi	EU-OSHA (2007a), Houtman et al. (n.d.), Thiermann (2004)
17		Organisme mikro	SWA (2011)
18	Bahaya Kimiawi	Emisi buangan diesel	EU-OSHA (2009), Houtman et al. (n.d.)
19		Resin epoksi	EU-OSHA (2009), Houtman et al. (n.d.), Park et al. (2016)
20		Paparan kulit	EU-OSHA (2009), Houtman et al. (n.d.)
21		Isosianat	EU-OSHA (2009), Houtman et al. (n.d.)
22		Debu silika	Jung et al. (2018), SWA (2011)
23		Asap las dan pengecatan	Jung et al. (2018)
24		Penggunaan nikel	Jung et al. (2018)
25		Penggunaan asbes	Jung et al. (2018), OSHA (2002), SWA (2011)
26		Ledakan bahan kimia	Nie et al. (2010)
27		Penggunaan timah	OSHA (2004), Sharp et al. (1991)
28		Penggunaan berilium	OSHA (2017)
29	Bahaya Teknologi	Nanomaterial yang direkayasa	Diaz-Soler et al. (2016), Houtman et al. (n.d.), IOSH (2017), Van Broekhuizen et al. (2011)
30	Bahaya Psikososial	Intensifikasi pekerjaan/stress/ kelelahan	Allebeck & Mastekaasa (2004), Bodhare et al. (2011), Da Costa & Vieira (2009), Eller et al. (2009), Houtman et al. (n.d.), Netterstrom et al. (2008), SWA (2011)
31		Ketidaktifan bekerja	EU-OSHA (2007b), Houtman et al. (n.d.), Wagenaar et al. (2012)
32		Pekerjaan monoton	Bodhare et al. (2011), Whiteoak & Mohamed (2016)
33		Ketidaktifan bekerja	Bodhare et al. (2011)
34		Kekerasan, pelecehan, penindasan	EU-OSHA (2007a), Houtman et al. (n.d.), SWA (2011)
35		Kurangnya kendali terhadap pekerjaan	Bodhare et al. (2011)
36		Kurangnya dukungan sosial	Bodhare et al. (2011)
37		Perbedaan sosial-budaya	Brunette (2004), Cheng & Wu (2013)
38		Jadwal kerja yang tidak teratur	Dong (2005), Martens et al. (1999)
39	Kombinasi	Asap tembakau + asbes / radon	Carpenter et al. (2002), Erren et al. (1999), Houtman et al. (n.d.)
40		Kebisingan + toluena	Houtman et al. (n.d.), Morata & Campo (2002)

4 KESIMPULAN

Penelitian ini berfokus pada kajian literatur terhadap publikasi akademik terkait bahaya pada pelaksanaan pekerjaan konstruksi. Dengan menggunakan analisis *scientometric* dan *integrative literature review*, penelitian ini berhasil mengidentifikasi 40 jenis bahaya pada pekerjaan konstruksi yang dikelompokkan menjadi enam kelompok, yaitu bahaya fisik, bahaya biologis, bahaya kimiawi, bahaya teknologi, bahaya psikososial, dan kombinasi. Selain itu, penelitian ini juga telah mengidentifikasi empat parameter penilaian bahaya pada pekerjaan konstruksi, yaitu keparahan, kemungkinan, frekuensi, dan paparan.

Secara umum, penelitian ini berkontribusi dengan memberikan pemahaman mendalam terkait identifikasi jenis bahaya dan parameter penilaian bahaya pekerjaan konstruksi melalui kajian literatur yang komprehensif. Temuan dari penelitian ini dapat dimanfaatkan oleh para praktisi untuk meningkatkan manajemen K3 pada proyek konstruksi, dan juga oleh para peneliti sebagai arahan penelitian terkait di masa mendatang mengingat topik penelitian mengenai K3 konstruksi masih terus menjadi perhatian terutama di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Allebeck, P., & Mastekaasa, A. (2004). Swedish Council on Technology Assessment in Health Care (SBU). Chapter 5. 'Risk factors for sick leave-general studies'. *Scandinavian Journal of Public Health*, 63, 49-108.
- Bodhare, T., Valsangkar, S., & Bele, S. (2011). An Epidemiological Study of Work-Related Musculoskeletal Disorders among Construction Workers in Karimnagar, Andhra Pradesh. *Indian Journal of Community Medicine*, 36(4), 304-307.
- Brunette, M. (2004). Construction safety research in the United States: Targeting the Hispanic workforce. *Injury Prevention*, 10, 244-248.
- Carpenter, D. O., Arcaro, K., & Spink, D. C. (2002). Understanding the human health effects of chemical mixtures. *Environmental Health Perspectives*, 110(1), 25-42.
- Carter, G., & Smith, S. D. (2006). Safety Hazard Identification on Construction Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 132(2), 197-205.
- Chen, Y., McDonald J. C., & Cherry, N. M. (2006). Incidence and suspected cause of work-related musculoskeletal disorders, United Kingdom, 1996-2001. *Occupational Medicine*, 56(6), 406-413.
- Cheng, C. W., & Wu, T. C. (2013). An investigation and analysis of major accidents involving foreign workers in Taiwan's manufacture and construction industries. *Safety Science*, 57, 223-235.
- Colditz, G. A. (1999). Economic costs of obesity and inactivity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(11), S663
- Da Costa, B. E., & Vieira, E. R. (2009). Risk factors for work-related musculoskeletal disorders: a systematic review of recent longitudinal studies. *American Journal of Industrial Medicine*, 53, 285-323.
- Dharmapalan, V., Gambatese, J., Fradella, J., & Vahed, A. M. (2015). Quantification and assessment of safety risk in the design of multistory buildings. *Journal of Construction Engineering and Management*, 141(4), 04014090.
- Diaz-Soler, B. M., Martinez-Aires, M. D., & Lopez-Alonso, M. (2016). Emerging risk in the construction industry: Recommendations for managing exposure to nanomaterials. *DYNA*, 83(196), 48-54.
- Dong, X. (2005). Long workhours, work scheduling and work-related injuries among construction workers in the United States. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 31(5), 329-335.
- Eller, N. H., Netterstrøm, B., Gyntelberg, F., Kristensen, T. S., Nielsen, F., Steptoe, A., & Theorell, T. (2009). Work-related psychosocial factors and the development of ischemic heart disease: a systematic review. *Cardiology in Review*, 17(2), 83-97.
- Erren, T. C., Jacobson, M., & Piekarski, C. (1999). Synergy between asbestos and smoking on lung cancer risks. *Epidemiology*, 10(4), 405-411.
- EU-OSHA. (2005). *European Agency for Safety and Health at Work Expert forecast on emerging physical risks related to occupational safety and health*.
- EU-OSHA. (2007a). *European Agency for Safety and Health at Work, European Risk Observatory Report - Expert forecasts on emerging biological risks related to occupational safety and health*.
- EU-OSHA. (2007b). *European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA), Literature study on migrant workers*.
- EU-OSHA. (2009). *European Agency for Safety and Health at Work Expert forecast on emerging chemical risks related to occupational safety and health*.
- Everett, J. (1999). Overexertion injuries in construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 125(2), 109-114.
- Hallowell, M., & Gambatese, J. (2007). A formal model for construction safety risk management. In *Proceedings COBRA 2007 The construction building research conference of the RICS*, Georgia Tech, Atlanta USA, 6-7 September 2007.
- Hammersley, M. (2001). On 'systematic' reviews of research literatures: A 'narrative' response to Evans & Benefield. *British Educational Research Journal*, 27(5), 543-554.
- Hansen, S., Too, E., & Le, T. (2018). Retrospective look on front-end planning in the construction industry: A literature review of 30 years of research. *International Journal of Construction Supply Chain Management*, 8(1), 19-42.
- Houdmont, J., & Madgwick, P. (2015). *Sun safety in construction. Evaluation of a sun safety intervention for the UK construction sector*. Report submitted to the IOSH Research Committee. <https://www.iosh.co.uk/~media/Documents/Books%20and%20resources/Additional%20reports/Sun%20Safety%20in%20Construction.pdf?la=en>
- Houtman, I., Douwes, M., Zondervan, E., & Jongen, M (n.d.). *Monitoring new and emerging risks*. https://oshwiki.eu/wiki/Monitoring_new_and_emerging_risks
- IOSH (Institution of Occupational Safety and Health). (2017). *Nanotechnology in construction and demolition - Guidance for industry*. <https://www.iosh.co.uk/~media/Documents/Books%20and%20resources/Nanotechnology/Nanotechnology%20in%20construction%20and%20demolition%20guidance.pdf?la=en>
- Janicak, C. A. (1997). Occupational Fatalities Caused by Contact with Overhead Power Lines in the Construction Industry. *Journal of Occupational & Environmental Medicine*, 39(4), 328-332.

- Jannadi, O. A., & Almishari, S. (2003). Risk assessment in construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 129(5), 492-500.
- Jin, R., Zuo, J., & Hong, J. (2019). Scientometric Review of Articles Published in ASCE's Journal of Construction Engineering and Management from 2000 to 2018. *Journal of Construction Engineering and Management*, 145(8), 06019001.
- Jung, J. K. H., Feinstein, S. G., Lazgare, L. P., Macleod, J. S., Arrandale, V. H., McLeod, C. B., Peter, A., & Demers, P. A. (2018). Examining lung cancer risks across different industries and occupations in Ontario, Canada: the establishment of the Occupational Disease Surveillance System. *Occupational and Environmental Medicine*, 75, 545-552.
- Kinney, G. F., & Wiruth, A. D. (1976). *Practical risk analysis for safety management* (No. NWC-TP-5865). Naval Weapons Center China Lake Ca.
- Kraker, P., Schramm, M., & Kittel, C. (2020). *Open Knowledge Maps: A Visual Interface to the World's Scientific Knowledge*. <https://elifesciences.org/labs/ef274c83/open-knowledge-maps-a-visual-interface-to-the-world-s-scientific-knowledge>
- Le, Y., Shan, M., Chan, A. P., & Hu, Y. (2014). Overview of corruption research in construction. *Journal of Management in Engineering*, 30(4), 02514001.
- Martens, M. F. J., Nijhuis, F. J. N., van Boxtel, M. P. J., & Knottnerus, J. A. (1999). Flexible Work Schedules and Mental and Physical Health. A Study of a Working Population with Non-Traditional Working Hours. *Journal of Organizational Behavior*, 20(1), 35-46.
- Morata, T. C., & Campo, P. (2002). Ototoxic effects of styrene alone or in concert with other agents: A review. *Noise Health*, 4(14), 15-24.
- Netterstrom, B., Conrad, N., Bech, P., Fink, P., Olsen, O., Rugulies, R., & Stansfeld, S. (2008). The relation between work-related psychosocial factors and the development of depression. *Epidemiologic Reviews*, 30, 118-132.
- Nie, M., Li, Y. G., Wang, X. H., Yu, J. Y., & Yi, S. (2010). Assessment of Hazards in the Construction of Mountainous Expressway: MLES Approach. In *ICCTP 2010: Integrated Transportation Systems - Green, Intelligent, Reliable*. ASCE, 3780-3787.
- Okoye, P. U. (2018). Occupational Health and Safety Risk Levels of Building Construction Trades in Nigeria. *Construction Economics and Building*, 18(2), 92-109.
- OSHA. (2002). *Asbestos Standard for the Construction Industry*. <https://www.osha.gov/Publications/OSHA3096/3096.html>
- OSHA. (2004). *Lead in Construction*. <https://www.osha.gov/Publications/osha3142.pdf>
- OSHA. (2011). *Worker Safety Series: Protecting Yourself from Noise in Construction*. <https://www.osha.gov/Publications/3498noise-in-construction-pocket-guide.pdf>
- OSHA. (2017). *OSHA's 2017 Proposed Rule on Occupational Exposure to Beryllium and Beryllium Compounds in Construction and Shipyard Sectors*. https://www.osha.gov/beryllium/nprm_sectors/index.html
- Park, H., Park, H. D., & Jang, J. K. (2016). Exposure Characteristics of Construction Painters to Organic Solvents. *Safety and Health at Work*, 7, 63-71.
- Peters, C. E., Koehoorn, M. W., Demers, P. A., Nicol, A. M., & Kalia, S. (2016). Outdoor Workers' Use of Sun Protection at Work and Leisure. *Safety and Health at Work*, 7, 208-212.
- Pietroforte, R., & Stefani, T. P. (2004). ASCE journal of construction engineering and management: Review of the years 1983-2000. *Journal of Construction Engineering and Management*, 130(3), 440-448.
- Purohit, D. P., Siddiqui, N. A., Nandan, A., & Yadav, B. P. (2018). Hazard Identification and Risk Assessment in Construction Industry. *International Journal of Applied Engineering Research*, 13(10), 7639-7667.
- Rajendran, S., & Gambatese, J. (2009). Development and initial validation of sustainable construction safety and health rating system. *Journal of Construction Engineering and Management*, 135(10), 1067-1075.
- Rozenfeld, O., Sacks, R., Rosenfeld, Y., & Baum, H. (2010). Construction job safety analysis. *Safety Science*, 48(4), 491-498.
- Sharp, D. S., Perkins, C., Samuels, S. J., Rosenberg, J., & Rudolph, L. (1991). Lead Use in California Industry: Its Prevalence and Health Implications. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 52(10), 409-416.
- Spielholz, P., Davis, G., & Griffith, J. (2006). Physical Risk Factors and Controls for Musculoskeletal Disorders in Construction Trades. *Journal of Construction Engineering and Management*, 132(10), 1059-1068.
- SWA (Safe Work Australia). (2011). *How to manage work health and safety risks - Code of Practice*. https://www.safeworkaustralia.gov.au/system/files/documents/1702/how_to_manage_whs_risks.pdf
- SWA (Safe Work Australia). (2015). *Work Health and Safety Perceptions: Construction Industry*. <https://www.safeworkaustralia.gov.au/system/files/documents/1702/whs-perceptions-construction-industry.pdf>
- Thiermann, A. (2004). Emerging diseases and implications for global trade. *Revue scientifique et technique*, 23(2), 701-708.
- Torraco, R. J. (2005). Writing integrative literature reviews: Guidelines and examples. *Human Resource Development Review*, 4(3), 356-367.
- Trost, S. G., Owen, N., Bauman, A. E., Sallis, J. F., & Brown, W. (2002). Correlates of adults participation in physical activity: review and update. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34, 1996-2001.
- Urohmah, D. S., & Riandadari, D. (2019). Identifikasi Bahaya dengan Metode Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) dalam Upaya Memperkecil Kecelakaan Kerja di PT. PAL Indonesia. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 8(1), 34-40.
- Van Broekhuizen, P., Van Broekhuizen, F., Cornelissen, R., & Reijnders, L. (2011). Use of nanomaterials in the European construction industry and some occupational health aspects thereof. *Journal of Nanoparticle Research*, 13(2), 447-462.
- Vitharana, V. H. P., De Silva, G. H. M. J. S., & De Silva, S. (2015). Health Hazards, Risk and Safety Practices in Construction Sites - A Review Study. *Engineer*, XLVIII(3), 35-44.
- Wagenaar, A. F., Kompier, M. A. J., Houtman, I. L. D., Van den Bossche, S., Smulders, P., & Taris, T. W. (2012). Can labour contract differences in health and in work-related attitudes be explained by quality of working life and job insecurity?. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 85, 763-773.
- Whiteoak, J. W., & Mohamed, S. (2016). Employee engagement, boredom and frontline construction workers feeling safe in their workplace. *Accident Analysis and Prevention*, 93, 291-298.
- Zhang, M., Xie, X., Lee, A. H., & Binns, C. W. (2004). Sedentary behaviours and epithelial ovarian cancer risk. *Cancer Causes and Control*, 15(1), 83-89.

Zhao, D., McCoy A. P., Kleiner, B. M., Du, J., & Smith-Jackson, T. L. (2015). "ecision-Making Chains in Electrical Safety for Construction Workers. *Journal of Construction Engineering and Management*, 142(1), 04015055.