



TANTANGAN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA DI MASA DEPAN DI NEGARA INDUSTRI: STUDY LITERATURE

Putri Uswatun Hasanah*, Zulkarnain, Misnaniarti, Yuanita Windusari, Nur Alam Fajar, Novrikasari

Program Magister Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Sriwijaya,

Jl. Masjid Al Gazali, Bukit Lama, Ilir Barat I, Palembang, Sumatera Selatan 30128, Indonesia

*uswaputri@gmail.com

ABSTRAK

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) terus berubah dan berkembang sepanjang revolusi industri dan beberapa tahun terakhir. Tujuan dari tinjauan literatur sistematis ini adalah untuk memberikan gambaran mengenai tantangan K3 di masa depan di negara-negara industri. Penelitian ini didasarkan pada tinjauan literatur review Distribusi istilah dalam kata cloud berdasarkan frekuensi penggunaannya dalam abstrak artikel. Di antara kata-kata yang paling sering adalah konsep yang agak besar dan kompleks, seperti perubahan, iklim, paparan, industri, panas, teknologi, global, proses, biologi, manajemen, manufaktur, dan penyakit yang tidak semuanya merupakan tantangan OSH konkret seperti itu tetapi lebih seperti faktor-faktor yang mempengaruhi dan berkontribusi terhadap OSH.. Selain itu, tantangan spesifik cabang dalam industri dan layanan kesehatan juga ditentukan. Setiap karyawan dapat mengalami berbagai tantangan K3 mulai dari tekanan panas hingga penyerapan racun, gangguan muskuloskeletal, peningkatan beban psikososial, masalah ergonomis, serta kecelakaan dan cedera yang tidak terduga. Manajemen K3 dibahas dan penelitian di masa depan diusulkan.

Kata kunci: industri; keselamatan; kesehatan kerja

FUTURE OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH CHALLENGES IN INDUSTRIAL COUNTRIES: A LITERATURE STUDY

ABSTRACT

Occupational Safety and Health (K3) continues to change and develop throughout the industrial revolution and in recent years. The aim of this systematic literature review is to provide an overview of future K3 challenges in industrialized countries. This research is based on a literature review. Distribution of terms in a word cloud based on their frequency of use in article abstracts Among the most frequent words are rather large and complex concepts, such as change, climate, exposure, industry, heat, technology, global, process, biology, management, manufacturing, and disease, which are not all such concrete OSH challenges but more like factors that influence and contribute to OSH. In addition, branch-specific challenges in industry and healthcare are also determined. Each employee can experience various OSH challenges ranging from heat stress to toxic absorption, musculoskeletal disorders, increased psychosocial burden, ergonomic issues, as well as unexpected accidents and injuries. OSH management is discussed, and future research is proposed.

Keywords: health; industry; occupational safety

PENDAHULUAN

Perubahan dalam kehidupan kerja, masyarakat, dan lingkungan menantang praktik, proses, dan struktur keselamatan dan kesehatan kerja (OSH) saat ini (Demikhov et al., 2023). Risiko OSH baru dan yang muncul berdiri berdampingan dengan yang sudah ada (Mattila-Wiro et al., 2020). Globalisasi ekonomi, perubahan struktur demografis dan organisasi kerja, serta perampangan dan restrukturisasi banyak perusahaan telah membawa tantangan baru bagi kehidupan kerja (Borowski and Patuk, 2021; Gagliardi et al., 2012). Misalnya, (Rehman et al., 2022) dan (Taylor & Francis, 2023) menggambarkan efek signifikan pada manufaktur dari tantangan dan

pendorong global seperti ketahanan pangan, keamanan energi (Malkov et al., 2023), energi terbarukan, penipisan sumber daya, emisi, iklim global (Salleh et al., 2023), keamanan dan keselamatan masyarakat, transportasi, transformasi lahan, dan globalisasi kegiatan ekonomi dan sosial. Selanjutnya, (Strange and Zucchella, 2017) menekankan bagaimana rantai pasokan global dan digitalisasi kerja memengaruhi sistem kerja di seluruh dunia, yang menimbulkan tantangan bagi kondisi kerja. Dalam konteks ini, konsep pekerjaan yang layak harus diakui Organisasi Perburuhan Internasional (ILO) mendefinisikan pekerjaan yang layak dalam kaitannya dengan keberlanjutan dan tanggung jawab sosial perusahaan, prinsip dan hak tempat kerja di tempat kerja, standar ketenagakerjaan internasional, penciptaan lapangan kerja, peluang pendapatan, perlindungan sosial dan dialog tripartit antara pemerintah, kelompok pengusaha, dan organisasi pekerja (ILO, 2023). Sebagaimana disimpulkan oleh ILO, semua karyawan memiliki hak mendasar atas pekerjaan yang aman dan sehat baik sekarang maupun di masa depan (LeClercq, 2023).

Sebuah tinjauan sejarah empat revolusi industri menunjukkan bagaimana tempat kerja dan OSH telah berubah dan berkembang selama bertahun-tahun (Musarat et al., 2023). Namun, tantangan OSH diketahui bertahan (Min et al., 2019). Penulis seperti (Cunningham et al., 2020) telah menggambarkan evolusi OSH selama revolusi industri. Di Inggris, undang-undang tentang kesehatan dan keselamatan pekerja berasal dari Revolusi Industri pertama dan membahas kondisi kerja untuk anak-anak (1833) dan wanita (1844) (Turner and Blackie, 2022). Di Amerika Serikat, Massachusetts menjadi negara bagian pertama yang mengesahkan undang-undang keselamatan dan kesehatan pabrik pada tahun (Boiteux, 2022). Selama akhir 1800-an, para peneliti Eropa menunjukkan bahwa mengurangi jam kerja meningkatkan produktivitas, dan pekerjaan mereka memajukan pemahaman tentang hubungan antara kelelahan dan terjadinya kecelakaan. Pada awal hingga pertengahan 1900-an, penelitian membahas kontribusi pekerjaan monoton, individu yang rawan kecelakaan, dan kondisi kerja yang buruk terhadap terjadinya kecelakaan, cedera, penyakit, dan kematian (Quinn et al., 2023).

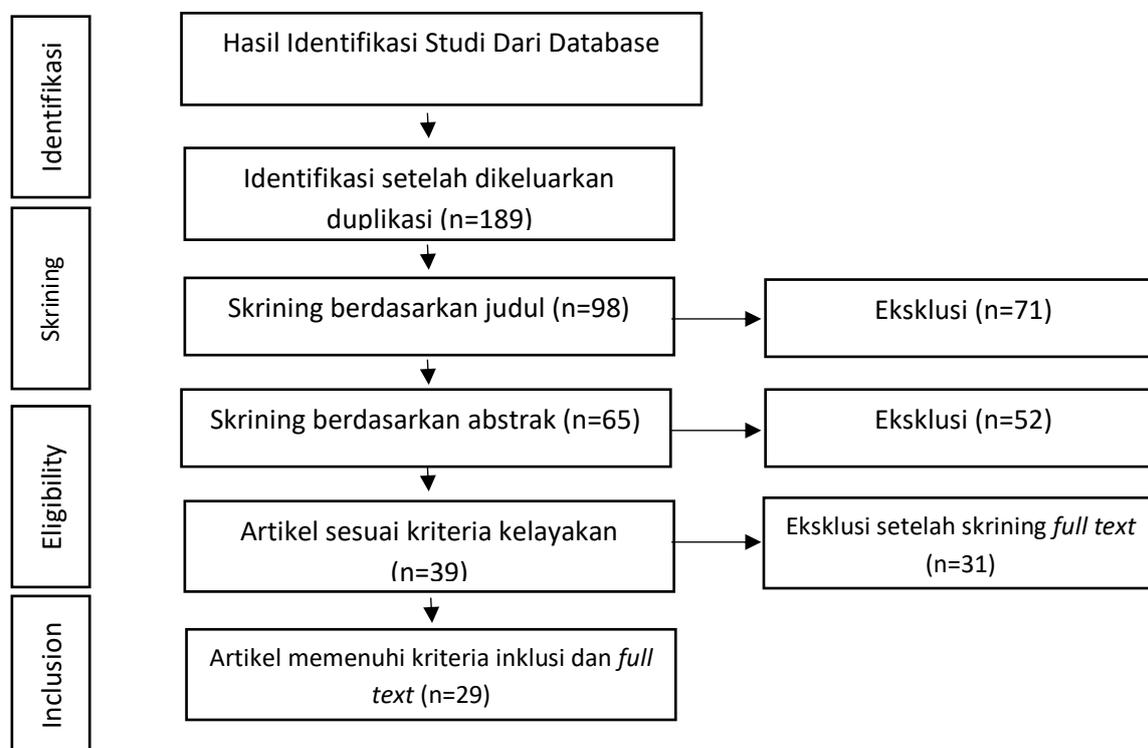
Dasar-dasar untuk kebersihan industri, kedokteran okupasi, dan toksikologi diciptakan di Amerika Serikat. Pada tahun 1947, semua negara bagian AS memiliki perlindungan kompensasi pekerja yang sebanding untuk cedera di tempat kerja (Hofmann et al., 2017). Pada saat itu, ergonomi dan disiplin faktor manusia mulai muncul (Greig et al., 2023). Ini menyebabkan peningkatan dalam desain peralatan umum, desain alat pelindung diri, pencegahan kecelakaan, analisis kecelakaan dan cedera, ergonomi sistem, keandalan sistem, pelatihan keselamatan, dan analisis perilaku (Belkher and Masood, 2023). Selain penekanan berkelanjutan pada ergonomi fisik, tahun 1990-an melihat pematangan ergonomi kognitif (Moreira et al., 2023). Pada akhir 1900-an, tim yang mengelilingi pekerja individu, pemimpin, dan organisasi yang lebih luas mendapat lebih banyak perhatian, menghasilkan pandangan sistem keselamatan yang lebih bertingkat (Vongswasdi et al., 2023). Di Finlandia, strategi nasional untuk pembangunan berkelanjutan diadopsi pada tahun 2006 (Turturean et al., 2022). Fokus telah bergeser dari merawat orang sakit untuk secara proaktif meningkatkan kesejahteraan dan kondisi kerja melalui upaya bersama oleh manajemen dan personil (WHO, 2022).

OSH dengan demikian telah berkembang pesat selama 100 tahun terakhir (Fu et al., 2020). Namun, saat ini, lebih dari 2,78 juta karyawan masih meninggal setiap tahun karena kecelakaan kerja dan penyakit terkait pekerjaan (Megasari, 2022). OSH akan terus dipengaruhi oleh revolusi industri keempat yang sedang berlangsung, yang membawa konvergensi serangkaian teknologi yang mengganggu, termasuk robot otonom, manufaktur aditif, dan Internet of Things industri (Polak-Sopinska et al., 2019). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan menganalisis tantangan OSH baru dan yang muncul di negara-negara industri yang disajikan

dalam literatur ilmiah. Analisis ini didasarkan pada kategorisasi tematik yang dilengkapi dengan analisis kerangka kerja sistem kerja holistik dan diakhiri dengan proposal untuk studi selanjutnya. Tujuan penelitian dipenuhi dengan menjawab pertanyaan penelitian berikut: Apa tantangan OSH baru dan muncul di masa depan yang diidentifikasi dalam literatur penelitian? Bagaimana tantangan ini mempengaruhi karyawan di tingkat individu?

METODE

Penelitian ini didasarkan pada tinjauan literatur sistematis. Gambar 1 mengilustrasikan fase tinjauan sistematis. Untuk mencapai tujuan penelitian, setelah menganalisis artikel yang termasuk dalam tinjauan, tantangan struktur keselamatan dan kesehatan kerja (OSH) di masa depan dipertimbangkan dari perspektif kerangka kerja sistem kerja. Pada tahap pertama, kata kunci diputuskan oleh kelompok kerja yang mewakili akademisi (tiga peneliti) dan industri asuransi kecelakaan (dua spesialis). Pencarian dilakukan dalam database literatur penelitian internasional lintas disiplin Scopus (Elsevier, 2019) dan berlangsung pada 7 November 2023. Tabel 1 menyajikan strategi pencarian dengan hasil pencarian. Bidang teks yang dicari dalam setiap pencarian termasuk judul, abstrak, dan kata kunci artikel jurnal yang diterbitkan sejak 2017. Setelah penghapusan duplikat, 240 artikel tersisa.



Gambar 1. Prisma (Humana Dietética, 2014).

Untuk 240 artikel yang tersisa, satu penulis ulasan menyaring judul, abstrak, dan kata kunci. Dalam fase penyaringan ini, fokusnya adalah menentukan apakah artikel tersebut mempertimbangkan risiko dan tantangan OSH di masa depan atau tidak. Setelah penyaringan, 29 artikel dibiarkan untuk diperiksa lebih dekat. Dengan menilai dan menentukan kelayakan teks lengkap dari 29 artikel ini dan sembilan artikel yang ditemukan dari referensi mereka, kriteria inklusi berikut ditetapkan:

1. Jenis studi: Kualitatif, kuantitatif, studi metode campuran dan tinjauan literatur dan ikhtisar. Artikel yang diterbitkan dalam jurnal peer-review setelah 2017.
2. Jenis peserta: Setiap kelompok pekerjaan di negara-negara industri tanpa batasan di lapangan, teknologi, atau posisi karyawan

robotisasi menimbulkan tantangan karena mengenali dan mencegah risiko tidak cukup (Santos, 2023). Perkembangan teknologi dapat menyebabkan gangguan muskuloskeletal (MSD), seperti carpal tunnel syndrome, karena meningkatnya kerja komputer (Alghadir et al., 2022).

Penyakit baru yang berhubungan dengan pekerjaan telah muncul bersamaan dengan yang diketahui, seperti penyakit yang disebabkan oleh asbestos. Penyakit kronis adalah salah satu tantangan terbesar. Meskipun risiko biologis sulit diprediksi, penyakit masa depan yang resisten terhadap obat-obatan merupakan ancaman. Risiko terkait bahan kimia tidak selalu baru, tetapi meningkatnya kecepatan pengembangan produk baru menjadi perhatian. Selain itu, bahaya material baru seperti nanomaterial belum sepenuhnya diketahui (Cai et al., 2019). Seperti (Santos, 2023) *Po Inted Out*, Nanomaterials menimbulkan kekhawatiran karena nanotube memiliki struktur yang identik dengan serat asbestos.

Tantangan struktur keselamatan dan kesehatan kerja (OSH) yang disebabkan oleh perubahan iklim

Perubahan iklim telah diidentifikasi mempengaruhi misalnya, pertanian, industri, perikanan, kehutanan, perusahaan kecil dan menengah, pertambangan, bidang penyelamatan, dan konstruksi (Marchetti et al., 2016a). Perubahan iklim memiliki efek langsung, seperti sengatan panas, dan efek tidak langsung, seperti perubahan lingkungan kerja yang berdampak negatif terhadap karyawan. Banyak peneliti telah mengidentifikasi masalah yang disebabkan oleh panas, terutama kelelahan, penurunan kinerja kerja, stres panas, dan sengatan panas (Kjellstrom et al., 2017). Dehidrasi dan panas mempengaruhi fungsi kognitif, laju reaksi, penglihatan, dan memori. Kelelahan dan penyimpangan konsentrasi yang disebabkan oleh panas meningkatkan risiko kecelakaan dan cedera fisik. Ketidaknyamanan yang disebabkan oleh panas dapat membuat karyawan menggunakan lebih sedikit peralatan perlindungan pribadi, yang mungkin, misalnya, meningkatkan paparan bahan kimia. Pekerja juga dapat terkena luka bakar dengan tidak sengaja menyentuh bahan panas. Selain itu, selama musim panas, karyawan tidak selalu pulih cukup di antara hari kerja. Faktor individu seperti usia, berat badan, kondisi fisik, alcohol dan penggunaan narkoba, penyakit, dan pakaian mempengaruhi gejala yang disebabkan oleh panas (Pogačar et al., 2018).

Panas dan kelembaban udara adalah risiko terutama bagi mereka yang bekerja di luar, seperti petani, pengemudi, pilot, dan pekerja di bidang konstruksi, kehutanan, dan pekerjaan aspal (Grandi et al., 2016). Efek perubahan iklim di berbagai bidang dapat berupa bahaya baru yang tidak diketahui atau bahaya tradisional di bidang baru, seperti tergelincir, jatuh, MSD, dan paparan bahan kimia (Schulte et al., 2016). Selain gejala tradisional, panas dapat mendorong penyebaran penyakit biologis dan penyerapan racun, dan toleransi yang lebih rendah terhadap bahan kimia. Mereka yang bekerja di luar memiliki risiko lebih tinggi terpapar polutan udara dan radiasi ultraviolet (UV) yang berlebihan, yang meningkatkan risiko cedera mata, kanker, dan sengatan matahari. Efek berbahaya dari radiasi UV dapat diperburuk oleh efek gabungan dari agen kimia (Marchetti et al., 2016b).

Mereka yang bekerja di luar juga memiliki peningkatan risiko penyakit yang ditularkan oleh serangga dan paparan alergen biologis, tanaman beracun, jamur, dan jamur (Concetta, 2016). Penyebaran serangga dan tanaman beracun dan munculnya kemungkinan spesies baru meningkatkan penggunaan pestisida, yang meningkatkan paparan karyawan terhadap bahan kimia (Gatto et al., 2016). Panas meningkatkan penyerapan pestisida oleh organ (Vonesch et al., 2016). Efek gabungan dari panas dan racun juga dapat mengurangi toleransi panas dan menyebabkan bahaya kesehatan lainnya (Kjellstrom et al., 2017).

Kondisi cuaca ekstrem meningkat dan menjadi lebih serius, mempengaruhi, antara lain, pekerja bencana dan penyelamatan, petugas pemadam kebakaran, dan pekerja kebersihan dan restorasi. Misalnya, lebih banyak kebakaran membuat petugas pemadam kebakaran merokok dan mengurangi jumlah istirahat mereka (Marchetti et al., 2016b). Kondisi ekstrem seperti banjir dan kebakaran dapat menyebabkan gejala stres pascatrauma pada karyawan. Kondisi cuaca ekstrem juga mempengaruhi, misalnya, institusi medis dan industri tenaga nuklir. Perangkat medis dapat rusak dan menyebabkan kerusakan pada mereka yang bekerja di dekatnya, dan bahan yang digunakan dalam perawatan dan limbah yang dihasilkan dari perawatan dapat menyebar ke lingkungan, menyebabkan kerusakan bahkan di luar rumah sakit (Schulte et al., 2016). Kondisi ekstrem juga dapat menyebabkan kerusakan pada pembangkit listrik tenaga nuklir dan lingkungannya, mungkin membuat pekerja pabrik dan pekerja pertolongan pertama terkena radiasi, panas, api, radiasi UV, dan ledakan (Contessa et al., 2016).

Tantangan struktur keselamatan dan kesehatan kerja (OSH) terkait dengan pembangunan berkelanjutan dan tanggung jawab

Meskipun pembangunan berkelanjutan adalah konsep yang berorientasi positif, masih dapat memunculkan risiko baru. Misalnya, efek rekayasa iklim tidak diketahui, dan ketika bekerja sesuai dengan pembangunan berkelanjutan, pekerja menghadapi jenis baru lokasi konstruksi dan terpapar pada berbagai bahan, polutan udara, senyawa organik, dan organisme (Schulte et al., 2016). Perkuatan bangunan tua dengan teknologi energi terbarukan memperkenalkan risiko tradisional terhadap situasi baru. Seiring bertambahnya populasi manusia, ada juga kebutuhan untuk penanganan limbah yang efisien (Valenti et al., 2016). Namun, mereka yang bekerja di daur ulang dan penanganan limbah menghadapi banyak bahaya yang berbeda, seperti paparan gas, logam, bahan kimia, bahan nano, debu, dan bahan biologis (Wandzich and Plaza, 2017). Biometanisasi dalam penanganan limbah meningkatkan paparan jamur, yang telah terhubung dengan asma, alergi, bronkitis, dan infeksi. Penggunaan dan kolaborasi dengan robot dalam penanganan limbah juga dapat menimbulkan risiko (Mbareche et al., 2018).

Bahan dan teknologi baru seperti nanoteknologi mengandung risiko yang tidak diketahui, dan risiko tradisional belum tentu diakui (Schulte et al., 2016). Produksi energi terbarukan menyebabkan bahaya unik dalam bangunan, operasi, dan pemeliharaan. Beberapa bahaya yang perlu dipertimbangkan adalah MSD, iklim mikro, bahan kimia, nanomaterial, risiko biologis, logam, gas, risiko hidrogeologi, karsinogen, emisi, radiasi, sengatan listrik, dan kebakaran (Valenti et al., 2016). Risiko baru dan muncul lebih lanjut berasal dari kendaraan pengendali diri dalam transportasi, robotika dan robot yang bekerja sama dengan manusia, dan teknologi peningkatan kinerja manusia (Wandzich and Plaza, 2017).

Tantangan struktur keselamatan dan kesehatan kerja (OSH) dalam industry

Cara bertindak yang belum teruji dan bentuk-bentuk baru interaksi manusia-mesin, bersama dengan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) baru, nanoteknologi, robot, dan kecerdasan buatan (AI), membawa risiko dan bahaya baru. Proses manufaktur canggih mengubah tempat kerja dan proses serta metode kerja dan menciptakan risiko baru dan yang muncul (Badri et al., 2018). Kompleksitas teknologi dan proses yang terlibat dalam interaksi manusia-mesin yang rumit merupakan risiko yang muncul untuk produksi secara keseluruhan serta pada tingkat karyawan individu. Selain itu, proliferasi TIK telah menimbulkan masalah interaksi manusia-mesin. TIK dan teknologi yang menggunakan TIK, seperti robotika dan AI, kemungkinan akan memiliki pengaruh besar pada sifat pekerjaan di

tahun-tahun mendatang (Brocal et al., 2018). Dia menekankan pada risiko psikososial karena perubahan isi pekerjaan, manajemen, dan organisasi. Tekanan psikososial dan stres disebabkan oleh kecepatan kerja yang dipercepat, pembelajaran yang konstan, kebutuhan akan pengetahuan yang luas dan pengembangan diri yang konstan, kemungkinan untuk bekerja di mana dan kapan pun, dan penggunaan alat digital untuk mengamati perilaku, kinerja, dan produktivitas karyawan (Leso et al., 2018). Perkembangan teknologi juga telah mengekspos sistem industri yang sering terhubung dengan serangan jarak jauh yang dapat dengan cepat menyebar di antara mereka (Auffret et al., 2017).

Meskipun perkembangan teknologi, pekerjaan manusia masih dibutuhkan. Namun, peran tersebut akan bergeser ke arah peran di mana manusia bertindak sebagai operator yang berkolaborasi dengan dan memanfaatkan teknologi baru. Dengan demikian perkembangan teknologi dengan otomatisasi, digitalisasi, dan robotisasi akan membuat pekerjaan menjadi lebih aman dan lancar (Badri et al., 2018). Peran karyawan akan mencakup lebih banyak tugas yang membutuhkan lebih banyak pengambilan keputusan, mengambil lebih banyak tanggung jawab, melaksanakan tugas perencanaan, dan terlibat dalam interaksi manusia-mesin yang kompleks. Penurunan aktivitas fisik dan peningkatan posisi statis, beban psikososial, tantangan pengambilan keputusan, dan kesalahan dalam penggunaan perangkat menyebabkan masalah muskuloskeletal dan psikososial (Brocal et al., 2018). Selain itu, teknologi baru dapat meningkatkan kecelakaan baik dalam pemeliharaan maupun produksi, misalnya, karena instruksi yang tidak memadai atau buruk. Teknik mesin, mobilitas dan fleksibilitas mesin, kesalahan pemrograman, dan kesalahan oleh orang dan mesin cerdas dapat menyebabkan bahaya dan cedera yang tidak terduga bagi mereka yang bekerja dengan atau di dekat perangkat (Leso et al., 2018).

Industri konstruksi dan plastik menggunakan sejumlah besar bahan kimia yang diduga mengganggu aksi hormonal. Perkembangan material dan kebutuhan akan bangunan hemat energi dan ramah lingkungan telah menyebabkan produksi material baru. Namun, kemungkinan interaksi dari semua bahan ini tidak diketahui (Fucic et al., 2018). Pengetahuan yang tidak memadai dan penanganan bahan kimia dan biologi yang salah menciptakan risiko dalam produksi. Misalnya, teknologi laser baru dan target aplikasi menciptakan bahaya kimia dan nanopartikel dalam penanganan material (Brocal et al., 2018). Penyakit yang disebabkan asbes masih terjadi meskipun ada larangan penggunaannya. Misalnya, mesothelioma ganas, yang telah terhubung ke asbes, masih akan memiliki efek di masa depan. Namun, kasus penyakit ini akan menurun di masa depan (Mensi et al., 2016). Meningkatnya bidang biologi sintesis dari percobaan laboratorium ke proses biofabrikasi industri akan mengekspos lebih banyak karyawan terhadap risiko biologi sintesis komersial (Howard et al., 2017).

Tantangan struktur keselamatan dan kesehatan kerja (OSH) dalam perawatan Kesehatan

Kemajuan dalam kedokteran dapat menyebabkan risiko. Misalnya, produk medis berkemampuan nano (NEMP) menimbulkan risiko di laboratorium penelitian, pabrik dan distribusi obat, perawatan di rumah, penanganan limbah, dan layanan dukungan dalam layanan kesehatan masyarakat. Paparan NEMP yang tidak disengaja dapat terjadi melalui pernapasan, kontak kulit dan mulut, dan penggunaan jarum selama persiapan obat, perawatan medis, penanganan limbah, dan pasien Pengobatan. Efek gabungan dari NEMP menyentuh bahan lain dan risiko selama penguapan NEMP sulit untuk dinilai (Howard et al., 2017).

Potensi penyalahgunaan perangkat obat yang semakin banyak dan penting meningkatkan kebutuhan akan keamanan dunia maya. Peretasan perangkat berbahaya dan berbahaya bagi

pasien individu, peneliti, dan institusi perawatan kesehatan. Digitalisasi biosains dan kedokteran juga menghadirkan risiko baru (Ienca and Vayena, 2018). Meningkatnya penggunaan robotika dalam perawatan kesehatan mempengaruhi organisasi dan pembagian kerja dan peran. Implementasi robotika juga dapat menjadi tantangan dan menciptakan risiko karena sifat pekerjaan perawatan kesehatan yang tidak terduga (Cresswell et al., 2018). Selain itu, pencari suaka telah terbukti memiliki risiko tinggi tuberkulosis, yang meningkatkan risiko bagi karyawan perawatan kesehatan (Diel et al., 2016).

Tantangan utama di tingkat individu

Manusia dipengaruhi oleh berbagai risiko OSH yang berbeda. Sebagian dari mereka dapat dianggap sebagai yang lama dan yang sudah ada, namun, beberapa risiko dan tantangan baru telah dibawa ke diskusi dalam literatur, seperti yang dinyatakan di atas. Gambar 3 merangkum tantangan ini dan efek kesehatan yang diharapkan. Model sistem kerja memungkinkan pertimbangan pada kategorisasi risiko dan tantangan ini (Gambar 3) berdasarkan asalnya. Risiko dan tantangan ini mungkin berhubungan dengan lingkungan kerja, teknologi dan alat yang digunakan, tugas kerja yang dilakukan, dan / atau dukungan organisasi yang diterima. Terkait dengan lingkungan kerja, kondisi kerja dipengaruhi oleh panas, radiasi, polusi udara, kondisi cuaca ekstrem dan penyebaran penyakit, alergen, dan serangga. Karena faktor-faktor ini, masing-masing karyawan perlu beradaptasi dengan jenis lingkungan kerja yang baru dan berbeda, seperti dalam pembangunan berkelanjutan dan produksi energi terbarukan. Peningkatan paparan bahan kimia dan faktor biologis adalah risiko, misalnya, dalam industri, perawatan kesehatan, dan bidang listrik dan energi.

Sebagai elemen yang melintasi lingkungan kerja dan teknologi serta alat yang digunakan, telah ditunjukkan bahwa perangkat dan robot otomatis dapat menyebabkan bahaya mekanis, listrik, dan panas serta paparan kebisingan, getaran, radiasi, dan bahan kimia. Meningkatnya penggunaan TIK telah menyebabkan masalah interaksi manusia-mesin. Teknologi baru yang mungkin belum dinilai dengan benar dari perspektif OSH dapat menyebabkan eksposur tak terduga dan bahaya lainnya. Misalnya, tiga dan empat dimensi dan bio dan nano-printing meningkatkan paparan agen baru yang memiliki efek yang tidak diketahui. Teknologi baru dan implementasinya dapat menyebabkan masalah psikologis dan cedera di antara mereka yang bekerja dengan atau di dekatnya. Perubahan iklim, pembangunan berkelanjutan, dan perkembangan teknologi menciptakan tugas kerja baru, dan produksi energi terbarukan menyebabkan bahaya yang unik. Masalah muskuloskeletal dan psikososial muncul dari proses dan lingkungan kerja yang otomatis dan intensif teknologi, berkurangnya aktivitas fisik dan peningkatan posisi statis, beban psikologis, dan tantangan pengambilan keputusan. Otomasi menghilangkan tugas-tugas tertentu tetapi memperkenalkan tugas-tugas berulang dan sulit lainnya, yang mengurangi variabilitas dan sirkulasi kerja dan dapat menyebabkan stres dan cedera fisik.

Contoh fitur organisasi yang dapat menciptakan risiko termasuk pekerjaan intensif, jam kerja yang panjang, peran baru, pembelajaran berkelanjutan, dan kekerasan. Perubahan isi pekerjaan, manajemen, dan organisasi menyebabkan stres, sedangkan perkembangan teknologi mempengaruhi organisasi kerja. Budaya kerja 24/7 menciptakan kesulitan bagi individu dalam menyeimbangkan waktu kerja dan waktu luang. Sistem manajemen digital dapat menyebabkan stres, penurunan produktivitas, dan peningkatan absensi jika karyawan merasa bahwa mereka kurang kontrol. Pemantauan konstan dengan perangkat yang dapat dikenakan dapat menurunkan kesejahteraan kerja.

PEMBAHASAN

Seperti yang disajikan sebelumnya, OSH telah berkembang dan meningkat pesat selama 100 tahun terakhir. Namun, seperti yang ditunjukkan ILO (2019c), pada saat yang sama teknologi baru dan perubahan dalam kehidupan kerja meningkatkan OSH dalam beberapa aspek, mereka juga memperkenalkan risiko baru. Tantangan mungkin bukan hal baru dalam diri mereka sendiri, seperti otomatisasi dan robotika, tetapi pengembangan dan penggunaannya dalam situasi yang berbeda meningkat dan semakin intensif. Studi ini bertujuan untuk mengidentifikasi kemungkinan tantangan OSH baru dan yang muncul di masa depan. Ulasan ini mencakup 31 artikel, yang mayoritas adalah tinjauan literatur dan ikhtisar yang berfokus pada tantangan OSH di masa depan. Empat belas artikel membahas tantangan OSH yang disebabkan oleh perubahan iklim dan pembangunan berkelanjutan, terutama panas dan paparan bahan kimia, biologi, dan nano; sembilan artikel mempertimbangkan tantangan OSH dalam industri tertentu, sebagian besar perkembangan teknologi dan material; dan empat artikel menyajikan tantangan OSH dalam perawatan kesehatan, seperti NEMP.

Singkatnya, perubahan besar termasuk kondisi cuaca, peningkatan penggunaan pestisida, interaksi manusia-mesin, peran kerja baru, intensifikasi kerja, paparan biologis, kimia, dan nanomaterial dan perubahan metode kerja, proses, dan organisasi. Individu dapat mengalami berbagai tantangan OSH, mulai dari tekanan panas hingga penyerapan racun, MSD, peningkatan beban psikososial, kecelakaan dan cedera yang tidak terduga, dan masalah ergonomis. Efek yang diharapkan akan terjadi dari saat ini hingga 30 hingga 100 tahun ke depan (Alghadir et al., 2022; Baptista et al., 2020; Cai et al., 2019; Fu et al., 2020; Kjellstrom et al., 2017; Mbareche et al., 2018; Megasari, 2022; Mensi et al., 2016; Polak-Sopinska et al., 2019; Santos, 2023; Wandzich and Plaza, 2017).

Meskipun tantangan OSH baru dan yang muncul telah diakui dalam studi yang berbeda, penulis artikel yang dianalisis hanya menyajikan beberapa sudut pandang baru tentang manajemen OSH. Ini menunjukkan bahwa sangat penting untuk melanjutkan langkah-langkah OSH tradisional dan preventif yang telah digunakan dan menyesuaikannya dengan tantangan OSH baru. Artikel-artikel tersebut sebagian besar ditujukan pada pakar sistem, seperti spesialis kesehatan, keselamatan, dan lingkungan; pengambil keputusan sistem, seperti manajemen; dan influencer sistem, seperti pemerintah, organisasi standardisasi, dan regulator (lihat Dul et al., 2012). Manajemen OSH sekarang dan di masa depan tergantung pada interaksi pemangku kepentingan di tingkat yang berbeda. Misalnya, influencer sistem, seperti ILO dan EU-OSHA, secara aktif menerbitkan pedoman untuk manajemen OSH. Pengetahuan ini diterbitkan oleh influencer sistem harus digunakan di tingkat organisasi. Sebagai manajer selalu memiliki yang utama tanggung jawab OSH, penting bagi mereka untuk menyadari tantangan OSH sekarang dan di masa depan. Pada akhirnya, bagaimanapun, individu sebagai pengguna sistem memiliki kewajiban mereka sendiri untuk OSH. Mereka harus menjaga keselamatan dan kesehatan mereka sendiri dan karyawan lain. Oleh karena itu mereka juga harus menyadari perubahan di bidang mereka sendiri. Temuan yang disajikan dalam artikel ini memberikan dasar praktis dan ilmiah untuk tindakan manajemen OSH pada tingkat yang berbeda. Tindakan ini dibahas secara lebih rinci di bagian di bawah ini.

Poin yang perlu dipertimbangkan dalam manajemen OSH

Seperti yang ditunjukkan oleh ulasan ini, pengembangan teknologi dan material, dengan peningkatan robotika dan otomatisasi, membawa risiko OSH baru dan yang muncul. Demikian juga, perkembangan teknologi yang pesat ini telah menerima banyak perhatian, seperti dalam publikasi oleh ILO dan EU-OSHA. Komisi Eropa (2014), ILO (2014), dan Stacey et al. (2018) telah menunjukkan bahwa teknologi baru membawa produk dan proses baru, yang pengaruhnya

terhadap OSH harus dipelajari secara mendalam. Teknologi baru dan perubahan teknologi Seringkali tidak disertai dengan langkah-langkah pencegahan, dan ketidakcocokan teknologi baru dan lama dapat menyebabkan efek yang tidak terduga, seperti kontak yang tidak diinginkan dengan robot, hilangnya pemahaman, kontrol, dan pengetahuan tentang proses kerja, terlalu percaya diri pada robot, dan kepercayaan yang berlebihan pada mesin. Selain itu, risiko yang terkait dengan keamanan cyber disorot sebagai risiko baru yang muncul dalam konteks ini.

Terbukti, otomatisasi, digitalisasi, dan peningkatan penggunaan robotika menghilangkan tugas kerja tertentu yang berulang dan penuh tekanan. Namun, karyawan masih diharapkan untuk melakukan tugas-tugas sulit dan tak terduga, seperti dalam pemeliharaan. Selain itu, penggunaan robot dan AI dapat menyebabkan ancaman baru untuk MSD, misalnya, ketika eksoskeleton bertenaga digunakan untuk memodifikasi gerakan fisik dan ergonomis kebiasaan karyawan. Seperti Ellwood et al. (2014b) dan Stacey et al. (2017, 2018) menjelaskan, kepercayaan yang berlebihan pada kerangka pendukung eksternal dapat menyebabkan penurunan kondisi fisik atau pengambilan risiko yang berlebihan karena daya tambahan yang diberikan oleh kerangka pendukung.

Sejalan dengan temuan ulasan kami, ILO (Wadsworth and Walters, 2019) menyoroti kebutuhan untuk lebih memahami aspek OSH mengenai pengembangan dan peningkatan penggunaan bahan kimia. Risiko baru dan muncul dari bahan kimia memerlukan paparan zat dengan efek OSH toksikologi yang tidak diketahui dan paparan zat dengan efek yang diketahui di bidang dengan akses yang buruk ke informasi ini. Mereka (ILO, 2019) menunjukkan bahwa ada kebutuhan untuk menekankan kembali risiko kondisi jangka panjang, seperti kanker akibat kerja. Seperti yang ditunjukkan dalam ulasan kami, nanomaterial dan nanoteknologi harus lebih diperhatikan dari perspektif OSH. ILO (2018) telah menyatakan bahwa nanoteknologi adalah salah satu contoh situasi di mana produksi dimulai sebelum bahaya produk baru dinilai secara memadai. ("Safety in the use of chemicals at work," n.d.)melanjutkan diskusi ini dengan menjelaskan bagaimana karakteristik tertentu dari nanomaterials, seperti ukuran, bentuk, luas permukaan, dan aglomerasi, dapat mengakibatkan proses inflamasi pada sel manusia dan kematian sel. Peningkatan produksi dan penggunaan Nanomaterials mengekspos karyawan secara global terhadap potensi efek OSH yang merugikan, seperti stres oksidatif, peradangan dan kerusakan jaringan, fibrosis, dan pembentukan tumor. Selain itu, Nanomaterials dapat mentranslokasi dari paru-paru ke dalam aliran darah dan ke organ. Seseorang berhak untuk bertanya apakah proses manajemen risiko saat ini up-to-date dengan bidang risiko yang muncul ini ("International Labour Standards on Occupational Safety and Health," n.d.).

Kebutuhan untuk memperbarui proses manajemen risiko jelas. (Wandzich and Plaza, 2017) merekomendasikan penilaian risiko sebagai salah satu kunci untuk merancang tindakan pencegahan. Mengintegrasikan pencegahan ke dalam teknologi, produk, dan desain proses lebih direkomendasikan dari pada mengidentifikasi bahaya nantinya. Kami setuju bahwa penting dan direkomendasikan untuk "merancang" atau meminimalkan bahaya dan risiko dalam desain dan implementasi. Penilaian risiko harus dijalankan melalui masa pakai teknologi, produk, dan proses baru, mulai dari perencanaan, pembuatan, pengangkutan, pemasangan, dan operasi hingga pemeliharaan, pembongkaran, dan pembuangan. Seperti yang ditunjukkan oleh (Leso et al., 2018; Valenti et al., 2016), ini mungkin memerlukan definisi ulang standar keselamatan dan pengembangan proses pelatihan personel baru. Selain itu, seperti dicatat oleh (Cresswell et al., 2018), proses pengembangan teknologi ini mungkin memerlukan kerangka etika dan peraturan baru. Dengan demikian, itu adalah terbukti bahwa semua pemangku kepentingan, mulai dari pemberi pengaruh sistem hingga aktor sistem, diperlukan untuk mengamankan pekerjaan yang aman dan sehat dalam konteks kerja yang kompleks seperti itu.

Selain aspek OSH yang disebutkan di atas, lebih banyak fokus harus ditempatkan pada kesejahteraan karyawan. Publikasi terbaru oleh influencer sistem seperti ILO (2019b, 2019c) dan Stacey et al. (2018) menunjukkan bagaimana peningkatan digitalisasi telah menurunkan privasi melalui pengumpulan dan pencatatan informasi pribadi yang sensitif di tempat kerja. Pemantauan dengan perangkat yang dapat dikenakan, aplikasi produktivitas, dan program kesehatan mengurangi privasi karyawan dan menyebabkan stres dan perasaan terisolasi ketika mereka kehilangan otonomi dalam cara mereka melakukan pekerjaan mereka dan berinteraksi lebih banyak dengan perangkat dan robot daripada rekan kerja. Kesejahteraan dapat menurun terutama ketika terhubung dengan kurangnya perasaan kontrol, ketidakpastian kerja, atau kurangnya informasi dari pengumpulan dan penggunaan data. Jelas bahwa lebih banyak perhatian harus diberikan pada aspek etika dan hukum ketika memantau karyawan dengan langkah-langkah tersebut.

Seperti yang ditunjukkan oleh ulasan kami, tantangan psikososial akan meningkat di masa depan. Perubahan dalam kehidupan kerja telah meningkatkan bentuk pekerjaan yang tidak standar, dan keseimbangan antara rumah dan pekerjaan ditantang dalam banyak pekerjaan. Birtles (2018) dan Stacey et al. (2017) menyoroti bahwa pengembangan TIK menyebabkan tantangan psikososial, seperti beban emosional dan kognitif dalam ekonomi 24/7, hilangnya hierarki tradisional dan kontak sosial, dan kesulitan dalam menjaga keseimbangan antara pekerjaan dan waktu luang. Misalnya, sementara telework dapat mengurangi waktu perjalanan dan stres dan kecelakaan yang terkait dengannya, hal itu dapat menyebabkan risiko psikososial terkait dengan masalah kerja sendiri dan ergonomi workstation dan beban kognitif. Sekali lagi, seseorang berhak untuk bertanya apakah undang-undang, pedoman, dan manajemen risiko saat ini mutakhir untuk menghadapi tantangan ini.

Akhirnya, perubahan iklim dan keberlanjutan harus dibahas dalam terang OSH. Meskipun perubahan iklim dan keberlanjutan sebagai fenomena yang luas dan kompleks berada di bawah diskusi praktis dan ilmiah yang konstan, tampaknya hubungan mereka dengan penelitian kehidupan kerja dan kerja masih dalam masa pertumbuhan (cf. Bolis et al., 2014). Seperti yang ditunjukkan oleh ulasan kami, perubahan iklim dan pembangunan berkelanjutan dapat dikaitkan dengan berbagai risiko OSH yang berbeda. ILO (2019c), Kjellstrom et al. (2019), dan UNDP (2016) sebagai pemberi pengaruh sistem telah membawa ke dalam diskusi publik fakta bahwa perubahan iklim menyebabkan peningkatan suhu global dan peristiwa cuaca ekstrem dan karenanya merupakan bahaya OSH lingkungan. Karena perubahan iklim, heat stroke, heat stress, dan heat exhaustion menjadi lebih umum. Perubahan iklim menyebabkan toleransi kimia yang lebih buruk, kelelahan, dan fungsi kognitif yang lebih buruk dan peningkatan risiko cedera, beban penyakit pernapasan dan kardiovaskular dan penyakit yang ditularkan melalui vektor, dan melemahkan fungsi kekebalan tubuh. Tantangan juga mencakup efek kesehatan mental, termasuk bunuh diri karena hilangnya mata pencaharian seseorang, seperti gagal panen.

Sejalan dengan temuan kami, influencer sistem yang disebutkan di atas menunjukkan bahwa karyawan di sektor luar ruangan seperti pertanian, konstruksi, pengumpulan limbah, pekerjaan perbaikan darurat, transportasi, pariwisata, dan olahraga serta pekerja industri di dalam ruangan tanpa kontrol suhu yang tepat menghadapi risiko OSH yang disebabkan oleh perubahan iklim. Karyawan dalam pekerjaan darurat, penyelamatan, dan pembersihan mungkin memiliki risiko terpapar bahan kimia dan infeksi, cedera, dan bahaya yang terkait dengan pemulihan tubuh, pengendalian massa, penyerangan, dan gangguan psikologis dan kejiwaan terkait. Selain itu, tugas kantor dan meja menghadapi tantangan pada tingkat panas yang tinggi karena kelelahan. Pertanyaan yang akan dibahas di antara para pemangku kepentingan adalah: seberapa siap kita

menghadapi berbagai tantangan yang disebabkan oleh perubahan iklim? Untuk menjawab tantangan OSH, diperlukan evaluasi ulang penilaian stres panas dan pemantauan panas, sistem peringatan dan kontrol, serta strategi untuk mencegah stres panas melalui desain tempat kerja dan masyarakat.

Studi masa depan secara ringkas

Selain tantangan manajemen OSH yang disebutkan di atas, bukaan baru untuk studi masa depan di bidang ini telah diusulkan dalam artikel yang termasuk dalam ulasan ini. Teknologi dan bahan baru banyak digunakan di berbagai bidang meskipun pengaruhnya terhadap OSH belum diteliti (Ell wood et al., 2014). Selanjutnya, sebagian karena perkembangan teknologi, diperlukan perubahan dalam manajemen risiko. Tidak bisa lagi hanya reaktif; harus proaktif dan memperhatikan lingkungan, masyarakat, dan teknologi (Kirin et al., 2015). Badri dkk. (2018) menyarankan lebih banyak penelitian interdisipliner untuk meningkatkan integrasi tenaga kerja manusia dengan peralatan cerdas. Badri et al. (2018) juga menunjukkan perlunya penelitian lebih lanjut tentang risiko pekerjaan di semua tingkat produksi, tentang peningkatan tanggung jawab sosial bisnis, pada desain dan konfigurasi tempat kerja, pada penggunaan teknologi informasi yang efektif, dan pada konsekuensi untuk organisasi kerja dan risiko psikososial terkait. Meningkatnya penggunaan robot mempengaruhi organisasi kerja, peran, dan metode. Tantangan potensial, konsekuensi yang tidak diinginkan, dan efek kognitif dan fisik harus dipelajari lebih dekat (Brocal et al., 2018; Cresswell et al., 2018; Leso et al., 2018).

Ketika populasi manusia meningkat, dan perubahan iklim mempengaruhi lingkungan, fokus pada solusi berkelanjutan dan energi terbarukan meningkat. Penting untuk mengevaluasi risiko OHS tradisional dan baru untuk mentransfer pengetahuan OHS dan mengidentifikasi kebutuhan pelatihan OHS. Evaluasi sistematis terhadap teknologi, produk, dan proses baru sepanjang masa pakainya juga diperlukan (Valenti et al., 2016). Moraru dkk. (2014) menyatakan bahwa nanomaterial menimbulkan kekhawatiran karena nanotube dan serat asbes memiliki struktur yang identik; oleh karena itu, efek pada OSH perlu dipelajari lebih lanjut. Sebagai contoh, sangat penting untuk melakukan penilaian risiko NEMP dalam perawatan kesehatan (Murashov dan Howard, 2015). Banyak penulis telah menyarankan bahwa diperlukan lebih banyak penelitian tentang perubahan iklim dan dampaknya, seperti mengenai kinerja kerja, penggunaan pestisida, solusi untuk mengurangi tekanan panas, dan efek jangka panjang dari penyakit menular (Gatto et al., 2016; Kjellstrom et al., 2016; Vonesch et al., 2016; Pogačar et al., 2018). Schulte dkk. (2016) mengusulkan bahwa tindak lanjut, penelitian, dan penilaian risiko diperlukan untuk lebih memahami dan mengklasifikasikan hubungan antara OSH dan perubahan iklim.

Selain kebutuhan penelitian yang disebutkan di atas, sebuah studi oleh Kemitraan untuk Penelitian Eropa dalam Keselamatan dan Kesehatan Kerja (PEROSH) mengidentifikasi sebagai topik penelitian penting pekerja yang lebih tua, pekerja cacat dan sakit kronis (pencegahan cacat kerja dan penelitian kembali bekerja), mengubah pola dan praktik pekerjaan, ketidaksetaraan kesehatan, dan pekerja rentan. Topik lain termasuk pekerja migran, proses reorganisasi perusahaan, medan elektromagnetik, perempuan dalam pekerjaan dan aspek gender, dan konsekuensi OSH dari integrasi pasar berdasarkan berkurangnya hambatan terhadap pergerakan bebas barang (Gagliardi et al., 2017). Selanjutnya, seperti yang diperkenalkan pada bagian 3.2, model sistem kerja dapat diterapkan untuk mengkategorikan tantangan OSH. Ini harus dipelajari lebih lanjut apakah dan bagaimana model sistem kerja yang seimbang bereaksi terhadap risiko baru dan yang muncul dan bagaimana mereka mempengaruhi kinerja kerja di tingkat individu dan organisasi.

Keterbatasan

Meskipun tinjauan ini mengikuti pedoman PRISMA, kami telah mengidentifikasi bias yang jelas, sebagai berikut (PRISMA, (Humana Dietética, 2014) Proses pemilihan artikel memperkenalkan bias potensial. Pencarian menghasilkan 240 artikel, tetapi hanya sebagian kecil (3%) yang menyangkut risiko dan tantangan OSH di masa depan. Kajian pustaka menggunakan database lintas disiplin Scopus. Karena Scopus adalah satu-satunya database yang digunakan, beberapa artikel mungkin berada di luar analisis. Selain itu, interpretasi peneliti sendiri mungkin telah mempengaruhi pemilihan dan analisis artikel. Risiko bias studi individu sebagian besar dipengaruhi oleh fakta bahwa banyak artikel jurnal yang termasuk dalam penelitian ini adalah tinjauan literatur atau ikhtisar dengan sedikit informasi tentang pilihan metodologis dan proses studi mereka, seperti yang dapat dilihat dari Tabel A1.

Dari yang memang memiliki data empiris, Valenti dkk. (2016) hanya memiliki 34 responden dalam survei mereka, Héry and Levert (2017) menggunakan lokakarya dengan 12 hingga 15 ahli, Cresswell et al. (2018) memiliki 21 wawancara, Mbareche et al. (2018) mengambil sampel dari tujuh lokasi, Pogacar et al. (2018) memiliki 400 responden, Auffret et al. (2017) memiliki hampir 100 peserta dalam survei mereka, dan Mensi et al. (2016) menganalisis 4.442 kasus dan Girardi et al. (2014) menganalisis 31 kasus mesothelioma ganas. Jumlah bahan empiris yang terbatas dapat menurunkan keandalan hasil. Akhirnya, ulasan termasuk delapan artikel dari edisi tema jurnal *Annali Dell'Istituto Superiore di Sanita*. Akibatnya, bias publikasi ini mungkin telah mempengaruhi hasil tema mana yang paling banyak terjadi. Selain itu, 60% dari penulis (N = 29) dari artikel yang dibahas dalam ulasan ini hanya mewakili tiga negara Italia, Amerika Serikat, dan Kanada. Peninjauan dilakukan dalam bahasa Inggris. Ada kemungkinan bahwa wilayah bahasa yang luas, seperti Jerman, Prancis, Spanyol, Jepang, dan negara-negara Nordik, tidak mendapatkan cakupan yang cukup karena tradisi mereka juga menerbitkan dalam bahasa mereka sendiri di bidang ini.

Meskipun ulasan ini didasarkan pada bidang literatur tingkat tinggi yang luas, kita tentu tidak dapat menyadari risiko OSH yang sangat berbahaya yang sangat relevan sekarang di seluruh dunia sementara artikel ini akan diterbitkan, tahun 2020. Dengan ini kita mengacu pada virus corona, COVID-19, dan dunia kerja yang sekarang sedang tertekan (ILO, 2020). Situs web, seperti dari ILO dan WHO, sangat dibutuhkan dalam situasi OSH seperti ini ketika tindakan pencegahan dan tanggapan sangat dibutuhkan.

SIMPULAN

Perkembangan teknologi yang cepat, perubahan organisasi dan struktural, dan perubahan iklim membawa risiko baru dan muncul untuk keselamatan kerja di negara-negara industri. Risiko ini akan timbul dari bahaya yang berkaitan dengan panas, peningkatan beban psikososial, stres kerja, dan interaksi manusia-mesin, bahan baru seperti bahan nano, peningkatan paparan faktor biologis, radiasi, dan faktor kimia, dan peningkatan penggunaan perangkat otomatis yang menyebabkan bahaya mekanik, listrik, dan panas. Dalam ulasan ini, risiko baru dan yang muncul ini dirangkum dan dianalisis untuk memberikan pandangan keseluruhan tentang tantangan OSH di masa depan. Berdasarkan temuan ulasan, penelitian lebih lanjut masih diperlukan untuk mengamankan pekerjaan yang aman dan lancar. Agar berhasil, efek OSH harus dipertimbangkan ketika menggunakan teknologi, bahan, dan metode kerja baru. Manajemen risiko saat ini dan proses dan praktik manajemen OSH harus diperbarui untuk menghadapi tantangan ini. Ini membutuhkan kolaborasi luas antara pemangku kepentingan yang berbeda dari influencer sistem hingga aktor sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- Alghadir, A.H., Khalid, S., Iqbal, Z.A., 2022. work-related musculoskeletal disorders among information technology professionals in riyadh, saudi arabia. *Med Pr* 73, 397–406.
- Auffret, J.P., Snowdon, J.L., Stavrou, A., at all., 2017. Cybersecurity Leadership: Competencies, Governance, and Technologies for Industrial Control Systems. <https://doi.org/10.1142/S0219265917400011> 17.
- Badri, A., Boudreau-Trudel, B., Souissi, A.S., 2018. Occupational health and safety in the industry 4.0 era: A cause for major concern? *Saf Sci*.
- Baptista, J., Stein, M.K., Klein, S., at all., 2020. Digital work and organisational transformation: Emergent Digital/Human work configurations in modern organisations. *Journal of Strategic Information Systems* 29.
- Belkher, A.A.A., Masood, M.A., 2023. Occupational Health and Safety, Risk Assessment, and Management in the Machinery Sector. *African Journal of Advanced Pure and Applied Sciences* 2, 187–199.
- Boiteux, J., 2022. The Boston Women’s Educational and Industrial Union: When Business Undergirded Claims to Political Participation (1877-1920). *Transatlantica*.
- Borowski, P.F., Patuk, I., 2021. Environmental, social and economic factors in sustainable development with food, energy and eco-space aspect security. *Present Environment and Sustainable Development* 15, 153–169.
- Brocal, F., González, C., Sebastián, M.A., 2018. Technique to identify and characterize new and emerging risks: A new tool for application in manufacturing processes. *Saf Sci* 109, 144–156.
- Cai, C., Vandermeer, B., Khurana, R., at all., 2019. The impact of occupational shift work and working hours during pregnancy on health outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Am J Obstet Gynecol*.
- Concetta, M.D., 2016. Climate change and occupational allergies: an overview on biological pollution, exposure and prevention.
- Contessa, G.M., Grandi, C., Scognamiglio, M., at all., 2016. Climate change and safety at work with ionizing radiations. *Ann Ist Super Sanita* 52, 386–396.
- Cresswell, K., Cunningham-Burley, S., Sheikh, A., 2018. Health care robotics: Qualitative exploration of key challenges and future directions. *J Med Internet Res* 20, e10410.
- Cunningham, T.R., Tinc, P.J., Guerin, R.J., at all., 2020. Translation research in occupational health and safety settings: Common ground and future directions. *J Safety Res* 74, 161–167.
- Demikhov, O., Opanasiuk, Y., Demikhova, N., at all., 2023. A digital transformation into occupational health and safety systems: a review of the best practices in Europe. *Agronomy Research* 21, 2023.
- Diel, R., Loddenkemper, R., Nienhaus, A., 2016. Consequences of tuberculosis among asylum seekers for health care workers in Germany. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology* 11.

- Fu, G., Xie, X., Jia, Q., at all., 2020. The development history of accident causation models in the past 100 years: 24Model, a more modern accident causation model. *Process Safety and Environmental Protection* 134, 47–82.
- Fucic, A., Galea, K.S., Duca, R.C., at all., 2018. Potential health risk of endocrine disruptors in construction sector and plastics industry: A new paradigm in occupational health. *Int J Environ Res Public Health* 15.
- Gagliardi, D., Marinaccio, A., Valenti, A., at all., 2012. Occupational Safety and Health in Europe: Lessons from the Past, Challenges and Opportunities for the Future, *Industrial Health*.
- Gatto, M.P., Cabella, R., Gherardi, M., 2016. Climate change: The potential impact on occupational exposure to pesticides. *Ann Ist Super Sanita* 52, 374–385.
- Grandi, C., Borra, M., Militello, A., at all., 2016. Impact of climate change on occupational exposure to solar radiation. *Ann Ist Super Sanita* 52, 343–356.
- Greig, M.A., Village, J., Salustri, F.A., at all., 2023. Examining human factors and ergonomics aspects in a manufacturing organisation's metrics system: measuring up to stakeholder needs. *Ergonomics*.
- Hofmann, D.A., Burke, M.J., Zohar, D., 2017. 100 years of occupational safety research: From basic protections and work analysis to a multilevel view of workplace safety and risk. *Journal of Applied Psychology* 102, 375–388.
- Howard, J., Murashov, V., Schulte, P., 2017. Synthetic biology and occupational risk. *J Occup Environ Hyg* 14, 224–236.
- Humana Dietética, N., 2014. Revista Española de Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics ORIGINAL, *Rev Esp Nutr Hum Diet*.
- Ienca, M., Vayena, E., 2018. Dual use in the 21st century: emerging risks and global governance. *Swiss Med Wkly* 148, w14688.
- ILO, 2019. safety and health at the heart of the future of work Building on 100 years of experience.
- ILO, 2023. Decent Work And The 2030 Agenda For Sustainable Development.
- International Labour Standards on Occupational Safety and Health, n.d.
- Kjellstrom, T., Lemke, B., Otto, M., 2017. Climate conditions, workplace heat and occupational health in South-East Asia in the context of climate change, *WHO South-East Asia Journal of Public Health*.
- LeClercq, D., 2023. Integrating non-binding labour standards in binding trade agreements: The ILO's feedback loop. *Journal of International Economic Law* 26, 542–558.
- Leso, V., Fontana, L., Iavicoli, I., 2018. The occupational health and safety dimension of Industry 4.0. *Med Lav*.
- Lindholm, M., Reiman, A., Väyrynen, S., 2020. On future occupational safety and health challenges in industrialized countries A systematic literature review 4, 108–127.

- Malkov, S., Grinin, L., Grinin, A., at all., 2023. Modeling Social Self-organization and Historical Dynamics: Global Phase Transitions. *World-Systems Evolution and Global Futures Part F1459*, 387–417.
- Marchetti, E., Capone, P., Freda, D., 2016a. Climate change impact on microclimate of work environment related to occupational health and productivity. *Ann Ist Super Sanita* 52, 338–342.
- Marchetti, E., Capone, P., Freda, D., 2016b. Climate change impact on microclimate of work environment related to occupational health and productivity. *Ann Ist Super Sanita* 52, 338–342.
- Mattila-Wiro, P., Samant, Y., Husberg, W., at all., 2020. Work today and in the future. Perspectives on Occupational Safety and Health challenges and opportunities for the Nordic labour inspectorates.
- Mbareche, H., Veillette, M., Dubuis, M.È., at all., 2018. Fungal bioaerosols in biomethanization facilities. *J Air Waste Manage Assoc* 68, 1198–1210.
- Megasari, R.A., 2022. Analysis of Work Accidents and Work Accident Benefits in 2016 in East Java. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health* 11, 248–255.
- Mensi, C., De Matteis, S., Dallari, B., at all., 2016. Incidence of mesothelioma in Lombardy, Italy: Exposure to asbestos, time patterns and future projections. *Occup Environ Med* 73, 607–613.
- Min, J., Kim, Y., Lee, S., at all., 2019. The Fourth Industrial Revolution and Its Impact on Occupational Health and Safety, Worker's Compensation and Labor Conditions. *Saf Health Work*.
- Moreira, S.S. da C., Dos Santos, I.J.A.L., at all., 2023. Cognitive ergonomics in the analysis of work on offshore platforms: “Cognitive Bowtie” application. *STUDIES IN HEALTH SCIENCES* 4, 419–442.
- Musarat, M.A., Alaloul, W.S., Irfan, M., at all., 2023. Health and Safety Improvement through Industrial Revolution 4.0: Malaysian Construction Industry Case. *Sustainability (Switzerland)* 15.
- Pogačar, T., Casanueva, A., Kozjek, K., at all., 2018. The effect of hot days on occupational heat stress in the manufacturing industry: implications for workers' well-being and productivity. *Int J Biometeorol* 62, 1251–1264.
- Polak-Sopinska, A., Wisniewski, Z., Walaszczyk, A., at all., 2019. Impact of industry 4.0 on occupational health and safety. *Advances in Intelligent Systems and Computing* 971, 40–52.
- Quinn, T.D., Marsh, S.M., Oldham, K., at all., 2023. Workers' compensation injury claims among firefighters in Ohio, 2001–2017. *J Safety Res* 85, 147–156.
- Rehman, A., Ma, H., Ozturk, I., at all., 2022. Sustainable development and pollution: the effects of CO2 emission on population growth, food production, economic development, and energy consumption in Pakistan. *Environmental Science and Pollution Research* 29, 17319–17330.

Safety in the use of chemicals at work, n.d.

Salleh, N.F.M., Aziz, H.A., Sukadarin, E.H., 2023. New and Emerging Occupational Risk and Associations with Small and Medium Enterprise (SMEs) in Malaysia: A Review. *AIP Conf Proc* 2682.

Santos, L.R., 2023. Occupational Risk Factors of Work Stress and Family Life of on Site Workers amidst COVID 19 Pandemic: Basis for Psychological Counseling and Intervention Program. *EAS Journal of Psychology and Behavioural Sciences* 5, 111–134.

Schulte, P.A., Bhattacharya, A., Butler, C.R., at all., 2016. Advancing the framework for considering the effects of climate change on worker safety and health. *J Occup Environ Hyg* 13, 847–865.

Strange, R., Zucchella, A., 2017. Industry 4.0, global value chains and international business. *Multinational Business Review* 25, 174–184.

Taylor & Francis, 2023. *Managing Global Supply Chains: Contemporary Global Challenges in Supply ...* - Ron Basu - Google Buku [WWW Document]. URL https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=BLGtEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Global+supply+chains+and+the+digitalization+of+work+are+impacting+work+systems+around+the+world,+posing+challenges+to+working+conditions&ots=k9C8MFof9_&sig=WQQOB52AEn1SOv9KFyFe_NFNVIQ&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false (accessed 11.7.23).

Turner, D.M., Blackie, D., 2022. Disability and political activism in industrialising Britain, c. 1830–1850. *Soc Hist* 47, 117–140.

Turtorean, C.I., Chirilă, C., Chirilă, V., 2022. The Convergence in the Sustainability of the Economies of the European Union Countries between 2006 and 2016. *Sustainability (Switzerland)* 14.

Valenti, A., Gagliardi, D., Fortuna, G., at all., 2016. Towards a greener labour market: Occupational health and safety implications. *Ann Ist Super Sanita* 52, 415–423.

Vonesch, N., D'Ovidio, M.C., Melis, P., at all., 2016. Climate change, vector-borne diseases and working population. *Ann Ist Super Sanita* 52, 397–405.

Vongswasdi, P., Leroy, H., Claeys, J., at all., 2023. Beyond Developing Leaders: Toward a Multinarrative Understanding of the Value of Leadership Development Programs. <https://doi.org/10.5465/amle.2021.0231>.

Wadsworth, E., Walters, D., 2019. safety and health at the heart of the future of work: Building on 100 years of experience. *International Labour Organization* 1–75.

Wandzich, D.E., Plaza, G.A., 2017. New and Emerging Risks Associated with “green” Workplaces. *Workplace Health Saf* 65, 493–500.

WHO, 2022. caring for those who care Guide for the development and implementation of occupational health and safety programmes for health workers.

