

Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada Perajin Bambu dengan Pendekatan *Hazard and Operability Study* (HAZOP)

Nuzila Putri Al-Bana^{1*}, Faaza Ihda Fairuza², Bantar Tyas Suksmawati Rukmana³

¹Program Studi Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta,
Jl. Babarsari Tambakbayan, Caturtunggal, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, D.I. Yogyakarta 55281

²Program Studi Teknik Metalurgi, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta,
Jl. Padjajaran (Lingkar Utara/Ring Road Utara) No. 104, Ngropoh, Condongcatur, Kec. Depok, Kabupaten Sleman,
D.I. Yogyakarta 55283

³Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta,
Jl. Padjajaran (Lingkar Utara/Ring Road Utara) No. 104, Ngropoh, Condongcatur, Kec. Depok, Kabupaten Sleman,
D.I. Yogyakarta 55283

*E-mail: nuzilaputri.albana@upnyk.ac.id

Abstrak

Industri kerajinan bambu tradisional masih didominasi aktivitas manual, sehingga berisiko menimbulkan kecelakaan kerja dan gangguan kesehatan akibat kerja. Berbagai potensi bahaya seperti penggunaan alat tajam, paparan serat bambu, dan postur kerja yang tidak ergonomis ditemukan pada proses produksi di unit usaha kerajinan bambu di Cebongan, Sleman. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi risiko kecelakaan kerja dan merumuskan rekomendasi mitigasi pada unit usaha kerajinan bambu tradisional di wilayah tersebut. Menggunakan pendekatan *mixed qualitative risk assessment* dengan studi kasus, penilaian risiko dilakukan secara sistematis melalui metode *Hazard and Operability Study* (HAZOP) di sepanjang tujuh tahapan proses produksi. Hasil penelitian menunjukkan adanya 15 risiko kecelakaan kerja di lingkungan kerja. Berdasarkan temuan tersebut, terdapat 1 risiko berkategori ekstrem, yaitu gangguan pernapasan akibat paparan debu respirabel lignoselulosa pada proses pemotongan. Selain itu, teridentifikasi 6 risiko tinggi yang didominasi oleh ancaman luka sayat alat tajam, pekerja tergelincir akibat akumulasi limbah, serta paparan uap bensin dan potensi kebakaran pada proses pewarnaan, sementara 8 risiko lainnya termasuk dalam kategori sedang. Rekomendasi dirumuskan berdasarkan prinsip hierarki pengendalian risiko yang mencakup *engineering control*, *administrative control*, dan penggunaan APD.

Kata kunci: Ergonomi, HAZOP, Industri Kerajinan Bambu, Keselamatan Kerja, Manajemen Risiko

1. Pendahuluan

Sebuah unit usaha kerajinan bambu yang terletak di kawasan pusat kerajinan Cebongan, Sleman, merupakan salah satu pelaku usaha sektor informal yang aktif mengolah bahan mentah berupa bambu menjadi berbagai produk bernilai fungsional maupun estetika. Barang-barang yang diproduksi oleh perajin tersebut meliputi kursi, meja, tempat tidur, gubug, jemuran, tempat tisu, lampu, kaca, vas, hingga berbagai hiasan rumah lainnya. Dalam aktivitas operasionalnya, unit usaha ini secara garis besar masih mengandalkan peralatan tradisional dan sangat bergantung pada tenaga manusia. Ketergantungan yang tinggi pada intervensi manual ini menyebabkan faktor Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) menjadi aspek yang sangat krusial demi menjaga keberlangsungan produktivitas usaha tersebut [1].

Pekerja di sektor informal seperti perajin bambu memiliki potensi risiko yang tinggi terhadap gangguan kesehatan dan keselamatan akibat kondisi lingkungan tempat kerja, proses kerja, maupun perilaku kerja yang kurang aman [2], [3], [4]. Potensi bahaya yang dapat mengakibatkan kecelakaan kerja, baik dalam skala ringan, sedang, hingga fatal, selalu melekat

pada setiap tahapan aktivitas industri. [5]. Jenis bahaya tersebut umumnya meliputi bahaya mekanis, listrik, kimiawi, dan fisik [5], [6]. Faktor-faktor lain yang dapat menjadi potensi kecelakaan dan penyakit kerja adalah jenis produksi, teknologi yang digunakan, bahan yang digunakan, tata ruang dan lingkungan tempat kerja [7]. Berdasarkan hasil observasi awal di area produksi unit usaha ini, ditemukan berbagai sumber bahaya yang cukup signifikan, seperti posisi kerja yang tidak ergonomis saat memotong bambu, risiko tergores serat bambu yang tajam, dan kondisi fisik lingkungan kerja yang belum tertata dengan baik ini memperbesar peluang terjadinya kecelakaan kerja atau penyakit akibat kerja bagi para pekerja.

Sebagai upaya meminimalisasi risiko kecelakaan tersebut, diperlukan peningkatan kesadaran terhadap K3 yang diwujudkan melalui manajemen dan pengontrolan risiko bahaya secara sistematis [8], [9]. Langkah awal yang krusial dalam manajemen risiko adalah melakukan identifikasi bahaya menggunakan perangkat penilaian risiko [10]. Pada industri dengan intensitas keterlibatan manusia yang tinggi, penyimpangan operasional sering kali dipicu oleh faktor kelalaian manusia (*human error*) [11]. Oleh karena itu, metode *Hazard and Operability Study* (HAZOP) menjadi sangat relevan untuk diterapkan. HAZOP terbukti efektif tidak hanya dalam mengidentifikasi potensi kerusakan peralatan, melainkan juga dalam membedah masalah pengoperasian sistem secara menyeluruh [12]. Melalui pendekatan HAZOP, penilaian risiko dapat dilakukan secara sistematis dengan mempertimbangkan variasi faktor risiko yang lebih luas daripada sekadar frekuensi dan keparahan bahaya konvensional [13].

Meskipun penelitian mengenai *Health Safety Environment* (HSE) dan HAZOP telah banyak dilakukan, seperti pada industri besar oleh [14], [15], [16], [17], [18], maupun industri kecil sektor pangan oleh [19] dan [20] namun kajian yang berfokus pada industri kerajinan bambu tradisional masih sangat terbatas. Berdasarkan pemetaan data bibliometrik dari *platform* Dimensions.ai terhadap dokumen riset bertema kerajinan bambu, tren publikasi ilmiah selama ini masih didominasi oleh rumpun ilmu bisnis dan sosial. Fokus utama penelitian terdahulu mayoritas tertuju pada bidang *Commerce and Management* (451 dokumen) serta *Human Society* (408 dokumen), dengan pembahasan spesifik pada aspek hilir seperti *Marketing* (232 dokumen) dan *Tourism* (217 dokumen). Sebaliknya, publikasi yang menyoroti aspek keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada operasional perajin di rantai produksi masih sangat minim dan berada di luar klaster dominan tersebut. Sektor kriya bambu memiliki karakteristik bahaya yang unik, yaitu perpaduan antara risiko mekanis alat tajam manual, paparan debu serat lignoselulosa, dan sikap kerja non-ergonomis. Kontribusi studi ini ditunjukkan melalui penerapan metode yang ditransformasikan dari pendekatan konvensional berbasis kegagalan sistem permesinan otomatis menjadi pendekatan *human-centric* HAZOP. Penyesuaian ini dilakukan dengan menggeser parameter teknis industri proses menjadi parameter operasional padat karya yang mencakup sikap fisik perajin dan paparan material alami. Kajian ini menjembatani celah penelitian terdahulu dengan melahirkan rekomendasi solutif yang melibatkan aspek intervensi ergonomi yang praktis untuk diterapkan pada ekosistem unit usaha mikro.

Oleh karena itu, penelitian studi kasus ini bertujuan untuk mengidentifikasi risiko kecelakaan kerja pada setiap tahapan proses produksi kerajinan bambu di unit usaha tersebut menggunakan pendekatan HAZOP. Hasil analisis akan digunakan untuk menyusun rekomendasi pengendalian risiko yang aplikatif guna memitigasi penyebab kecelakaan kerja serta menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dan produktif bagi perajin.

2. Metodologi

Penelitian ini menggunakan pendekatan *mixed qualitative risk assessment* dengan metode studi kasus untuk menganalisis dan mengidentifikasi risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3). Penentuan objek penelitian dilakukan berdasarkan pertimbangan tertentu (*purposive*) pada sebuah unit usaha kerajinan bambu tradisional yang beroperasi di kawasan pusat kerajinan Cebongan, Sleman, Yogyakarta. Unit usaha ini dipilih sebagai fokus studi karena memenuhi kriteria spesifik yang relevan dengan tujuan penelitian, yaitu telah beroperasi aktif selama minimal dua tahun, terdaftar

secara resmi dalam paguyuban perajin lokal, serta seluruh proses produksinya masih mengandalkan peralatan tradisional dengan intensitas tenaga manusia yang tinggi. Observasi lapangan dilakukan secara intensif selama 2 minggu untuk mengamati perilaku kerja dan potensi bahaya pada seluruh perajin aktif yang berjumlah 5 orang. Untuk memvalidasi data temuan lapangan, wawancara mendalam dilakukan kepada seorang pemilik usaha dan seorang perajin senior. Kombinasi narasumber ini dipilih guna mendapatkan triangulasi data yang seimbang dari perspektif manajemen dan pelaksana teknis di lantai produksi. Adapun ruang lingkup penelitian ini dibatasi secara ketat pada proses identifikasi deviasi operasional, potensi bahaya, serta tingkat kecelakaan kerja yang terjadi di sepanjang lini lantai produksi pada unit usaha tersebut.

Pelaksanaan penelitian ini dibagi menjadi tahapan yang dilakukan secara sistematis. Tahap pertama adalah persiapan, yang dilakukan dengan wawancara awal guna memetakan dan memahami urutan kronologis proses produksi kerajinan bambu dari bahan mentah hingga produk jadi. Tahap kedua adalah pengumpulan data lapangan untuk mengisi lembar kerja HAZOP. Pada tahap ini, dilakukan identifikasi bahaya di area produksi yang dilengkapi dengan dokumentasi visual aktivitas kerja serta deskripsi sumber bahaya. Bahaya yang ditemukan di lapangan terlebih dahulu diklasifikasikan berdasarkan jenis dan frekuensi temuannya. Penentuan nilai kriteria frekuensi kejadian bahaya (*likelihood*) dilakukan secara objektif dengan mengonversi tingkat frekuensi kejadian berdasarkan rekaman data historis insiden selama dua tahun terakhir serta hasil konfirmasi wawancara dengan narasumber. Klasifikasi nilai *likelihood* ditentukan berdasarkan batasan frekuensi waktu yang tertera pada Tabel 1. Tahapan dilanjutkan dengan mendeskripsikan penyimpangan (*deviation*) yang terjadi selama proses operasi dan analisis penyebab (*cause*) dari munculnya penyimpangan tersebut, hingga akhirnya mendeskripsikan konsekuensi (*consequences*) atau dampak yang dapat ditimbulkan bagi para pekerja. Tabel 2 menunjukkan kriteria konsekuensi (*consequences*). Pada tahapan ketiga, data HAZOP yang didapatkan diolah untuk didapatkan level risiko dari masing-masing proses kerja, dan dilanjutkan dengan memformulasikan rekomendasi perbaikan atas risiko yang teridentifikasi.

Tabel 1. Kriteria *Likelihood*

Tingkatan	Kriteria	Deskripsi Kriteria <i>Likelihood</i>
1	Sangat Jarang (SJ)	Terjadi 1 kali dalam masa lebih dari 1 tahun
2	Jarang (J)	Bisa terjadi 1 kali dalam 1 tahun
3	Cukup Sering (CS)	Terjadi 1 kali dalam 1 bulan
4	Sering (S)	Terjadi 1 kali dalam 1 minggu
5	Sangat Sering (SS)	Terjadi hamper setiap hari

Tabel 2. Kriteria *Consequences*

Tingkatan	Kriteria	Deskripsi Kriteria <i>Consequences</i>
1	Tidak Ada Cidera	Terjadi insiden kecil atau disertai kerugian material nihil sampai dengan sangat kecil (Rp0 s/d Rp 50.000) per orang.
2	Cidera Ringan	Terjadi kecelakaan dan dibutuhkan tindakan P3K setempat, atau disertai kerugian materi sedang (Rp.50.000 s/d Rp. 100.000) per orang
3	Cidera Sedang	Terjadi kecelakaan dan dibutuhkan bantuan tenaga medis (berobat jalan), atau disertai dengan kerugian materi cukup besar (Rp. 100.000 s/d Rp. 400.000) per orang

Tingkatan	Kriteria	Deskripsi Kriteria <i>Consequences</i>
4	Cidera Berat	Terjadi kecelakaan dan dibutuhkan perawatan inap di rumah sakit, atau disertai dengan kerugian materi besar (Rp. 400.000 s/d 10.000.000) per orang sehingga menghambat proses produksi
5	Fatal	Terjadi kecelakaan yang menimbulkan cacat tetap atau kematian, atau disertai dengan kerugian materi yang sangat besar (> Rp. 10.000.000) per orang dan dapat menghentikan seluruh kegiatan proyek

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Proses Produksi Kerajinan Bambu

Sebelum melakukan identifikasi terhadap potensi bahaya dan risiko K3, alur proses produksi pada unit usaha kerajinan bambu ini perlu dipetakan terlebih dahulu. Gambar 1 menunjukkan proses produksi dari unit kerajinan bambu.



Gambar 1. Diagram Alir Proses Produksi Kerajinan Bambu

3.2. Identifikasi dan Penilaian Risiko Bahaya dengan Metode HAZOP

Identifikasi potensi bahaya dilakukan pada setiap tahapan proses produksi yang telah dipetakan. Seluruh sumber bahaya yang telah teridentifikasi, dilakukan penilaian tingkat risiko (*Risk Level* atau RL) melalui perkalian antara bobot

frekuensi terjadinya risiko (*Likelihood* atau L) dengan bobot keparahan dampak (*Consequences* atau C). Tabel 3 menunjukkan hasil identifikasi risiko dengan metode HAZOP.

Tabel 3. Identifikasi Risiko (HAZOP)

No	Proses Produksi	Temuan Bahaya	Risiko (Rn)	Sumber Bahaya	L	C	RL (L×C)	Kategori Risk Level
1	Membawa bambu menuju tempat pengukuran, pemotongan dan perakitan bambu	Sikap kerja	Menyebabkan risiko <i>Musculoskeletal Disorders</i> pada pekerja (R1)	Proses pengangkatan bambu dari tempat penyimpanan ke tempat produksi Serbuk sisa potongan bambu yang berada di lantai	4	1	4	Medium/Sedang
		Lantai licin	Pekerja dapat terpleset (R2)		5	1	5	High/Tinggi
2	Mengukur dan memotong bambu yang akan diolah dengan bantuan gergaji	Tangan teriris gergaji	Tangan pekerja terluka (R3)	Human Error	4	2	8	High/Tinggi
		Sikap kerja	Menyebabkan risiko <i>Cummulative Trauma Disorders</i> (CTDs) pada pekerja (R4)	Gerakan berulang dengan waktu yang lama	4	1	4	Medium/Sedang
		Serbuk bambu bekas pemotongan	Gangguan pernafasan (R5)	Tidak menggunakan APD	5	3	15	Extreme/ Ekstrim
		Sisa-sisa bambu yang berserakan	Luka pada kaki pekerja (R6)	Pekerja tidak menggunakan APD, Tempat kerja tidak dibersihkan secara berkala	5	2	10	High/Tinggi
3	Merapikan potongan bambu dengan menggunakan arit	Sikap kerja	Menyebabkan risiko <i>Musculoskeletal Disorders</i> pada pekerja (R7)	Posisi kerja yang tidak ergonomis dan tidak terdapat peralatan penunjang	4	1	4	Medium/Sedang
		Tangan teriris arit	Tangan pekerja terluka (R8)	Human Error	3	2	6	Medium/Sedang
4		Sikap kerja	Menyebabkan risiko	Posisi kerja yang tidak ergonomis	4	1	5	Medium/Sedang

	Melubangi bambu dengan pisau	Tangan teriris pisau	<i>Musculoskeletal Disorders</i> pada pekerja (R9) Tangan pekerja terluka (R10)	<i>Human Error</i>	3	2	6	<i>Medium/Sedang</i>
5	Membentuk kerangka dan melakukan perakitan antar potongan bambu	Sisa-sisa bambu yang berserakan	Luka pada kaki pekerja (R11)	Pekerja tidak menggunakan APD, Tempat kerja tidak dibersihkan secara berkala	4	2	8	<i>High/Tinggi</i>
		Sikap kerja	Menyebabkan risiko <i>Musculoskeletal Disorders</i> pada pekerja (R12)	Posisi kerja yang tidak ergonomis	4	1	4	<i>Medium/Sedang</i>
6	Memasang ikatan rotan pada tiap sambungan dan sudut produk dengan menggunakan lem dengan bantuan gunting	Permukaan rotan yang kasar	Luka pada tangan pekerja (R13)	Pekerja tidak menggunakan APD	3	2	6	<i>Medium/Sedang</i>
7	Mewarnai produk menggunakan <i>varnish</i> untuk menghaluskan permukaan produk bambu yang telah jadi	Zat berbahaya (getah damar dan bensin)	Gangguan pernafasan jangka panjang (R14)	Pekerja tidak menggunakan APD	3	3	9	<i>High/Tinggi</i>
		Bensin	Terjadi kebakaran akibat terkena percikan api (R15)	<i>Human Error</i>	1	5	5	<i>High/Tinggi</i>

Dari 15 risiko yang teridentifikasi, faktor sikap kerja muncul sebanyak 5 kali (R1, R4, R7, R9, R12) di hampir setiap tahapan produksi. Nilai *Likelihood* (L) untuk seluruh risiko ergonomi ini konstan di angka 4 (sering terjadi). Hal ini mengindikasikan bahwa bekerja dengan posisi tidak ergonomis (seperti duduk lesehan di lantai atau membungkuk dalam waktu lama) dan gerakan berulang (*repetitive motion*) bukan lagi sekadar insiden, melainkan sudah menjadi pola kebiasaan kerja harian. Meskipun dampaknya secara kualitatif dinilai ringan (*Consequences* = 1) karena tidak langsung menghentikan proses produksi hari itu, akumulasi dari nilai dampak yang terkesan rendah ini menyimpan bahaya laten

yang sangat serius. Paparan statis harian ini memicu gangguan seperti *Low Back Pain* (LBP) akibat penekanan cakram intervertebral saat membungkuk (R1, R9, R7) serta gejala *Carpal Tunnel Syndrome* (CTS) akibat gerakan berulang gergaji (R4). Pola cedera ergonomi *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) dan *Cumulative Trauma Disorders* (CTDs) yang terakumulasi selama bertahun-tahun berpotensi menurunkan produktivitas, mempercepat kelelahan, dan memicu cedera punggung kronis bagi perajin [21], [22].

Risiko R5 (Gangguan pernapasan akibat serbuk gergaji) menjadi satu-satunya bahaya yang termasuk dalam kategori *Extreme Risk* dengan skor maksimal 15. Tingginya angka ini dipicu oleh kombinasi nilai frekuensi mutlak ($L = 5$, selalu terjadi setiap kali gergaji digunakan) dan dampak keparahan yang tinggi ($C = 3$). Karakteristik serbuk bambu gergajian yang ringan, berukuran mikro (debu respirabel), dan tajam, sangat mudah beterbangan di ruang produksi yang sirkulasinya terbatas. Tanpa adanya APD masker, para perajin secara tidak sadar menginvestasikan Penyakit Akibat Kerja (PAK) pada sistem pernapasan. Bahaya laten ini diperkuat oleh fakta empiris pada industri sejenis [23], ditunjukkan bahwa aktivitas produksi yang melibatkan serbuk kayu atau bambu sering menghasilkan kadar debu respirabel yang melebihi Nilai Ambang Batas (NAB) 3 mg/m^3 . Tingginya paparan debu di atas ambang batas tersebut terbukti secara statistik memiliki pengaruh signifikan ($p = 0,018 < 0,05$) terhadap timbulnya keluhan kesehatan saluran pernapasan akut (ISPA), di mana sekitar 65% pekerja di lini produksi secara nyata mengalami manifestasi klinis gangguan respirasi. Risiko gangguan pernapasan akibat paparan serbuk bambu ini sejalan dengan temuan empiris terdahulu [24] yang menunjukkan adanya korelasi kuat antara paparan debu kayu/bambu selama bekerja dengan peningkatan prevalensi gejala respirasi hingga mencapai 49,00%. Kelompok pekerja yang terpapar secara langsung menunjukkan prevalensi gejala klinis yang jauh lebih tinggi (67,35%) dibandingkan dengan kelompok kontrol (32,65%), dengan manifestasi klinis dominan berupa nyeri dada (80,00%), sesak napas (80,00%), serta asma (75,00%).

Klaster risiko tinggi seperti R2 (Tergelincir), R6 (Kaki terluka), dan R11 (Kaki terluka) memiliki akar masalah yang disebabkan oleh akumulasi limbah produksi di lantai kerja. Karakteristik industri kerajinan bambu tradisional menghasilkan sisa serutan dan potongan tajam dalam volume besar setiap harinya. Kelalaian manusia (*human error*) dalam penggunaan alat tajam (R3, R8, R10) juga tereskalasi akibat lingkungan kerja yang berantakan dan tidak nyaman. Kondisi lingkungan kerja yang tidak teratur ini bertransformasi menjadi bahaya laten yang lebih masif pada tahap akhir operasional, yaitu proses pewarnaan. Karakteristik bahan pelarut kimia seperti bensin yang digunakan dalam campuran varnish bersifat sangat volatil dan mudah terbakar. Ketika uap zat berbahaya tersebut terakumulasi di ruang produksi yang sirkulasinya terbatas, perajin dihadapkan pada risiko gangguan pernapasan jangka panjang (R14). Selain itu, kondisi ini juga dapat bereskalasi dengan sifat bensin yang sangat rentan tersulut oleh percikan api luar akibat kelalaian manusia, sehingga dapat menimbulkan risiko kebakaran dengan dampak fatal (R15). Fakta lapangan ini menegaskan bahwa lingkungan kerja yang kotor, padat, dan tidak terstruktur berbanding terbalik dengan pencapaian efisiensi, keselamatan, dan kualitas kerja yang optimal [25]. Penumpukan material dan sisa limbah produksi yang tidak dikelola dengan baik menciptakan interferensi fisik yang mengganggu ritme kerja perajin, sekaligus memicu eskalasi frekuensi terjadinya kecelakaan kerja.

3.3. Rekomendasi Perbaikan

Formulasi rekomendasi pengendalian risiko pada unit usaha kerajinan bambu ini mengacu pada prinsip Hierarki Pengendalian Risiko dengan mengintegrasikan rekayasa teknik bernilai ekonomis rendah yang terjangkau bagi kapasitas finansial unit usaha mikro. Untuk memitigasi risiko kesehatan ekstrem dan tinggi berupa gangguan pernapasan akibat debu respirabel lignoselulosa (R5) serta uap senyawa organik varnish (R14), intervensi difokuskan pada rekayasa sirkulasi udara melalui perancangan sistem ventilasi dengan menambahkan *exhaust fan* pada area gergaji. Sistem ini berfungsi

mereduksi partikulan udara dan membuang akumulasi gas berbahaya langsung dari sumbernya sebelum mengkontaminasi sistem pernapasan pekerja, dengan dukungan simultan dari penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) berupa masker secara konsisten.

Eliminasi risiko mekanis tinggi seperti potensi tergelincir (R2) dan trauma benda tajam (R3, R6, R11) akibat serpihan limbah dapat dilakukan dengan memodifikasi fasilitas berupa meja kerja berkisi yang dilengkapi corong penampung di bawah meja. Mekanisme ini memanfaatkan gaya gravitasi agar limbah padat jatuh otomatis ke wadah khusus, yang kemudian dipadukan dengan tata laksana rantai produksi berbasis budaya 5S. Sementara itu, untuk mengatasi kluster risiko ergonomi akibat posisi statis dan gerakan repetitif (R1, R4, R7, R9, R12), pengendalian teknis diwujudkan melalui penyediaan kursi dengan bantalan busa penyangga pinggang sederhana guna mengoptimalkan kenyamanan postur kerja.

4. Kesimpulan

Penelitian studi kasus dengan pendekatan HAZOP pada unit usaha kerajinan bambu tradisional ini berhasil mengidentifikasi 15 titik risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Rincian temuan menunjukkan terdapat 1 risiko berkategori ekstrem (*Extreme Risk*) berupa gangguan pernapasan akibat paparan debu respirabel serbuk gergaji (R5). Selain itu, teridentifikasi 6 risiko berkategori tinggi (*High Risk*) yang didominasi oleh bahaya mekanis, kimiawi, dan lingkungan seperti luka sayat, perajin tergelincir, paparan uap zat kimia pelarut, hingga potensi kebakaran. Sementara itu, 8 risiko lainnya berada pada kategori sedang (*Medium Risk*) yang mencakup kluster paparan sikap kerja non-ergonomis, risiko teriris alat kerja tajam skala ringan, dan cedera akibat permukaan rotan yang kasar. Guna memitigasi seluruh bahaya tersebut secara realistis, dirumuskan paket rekomendasi pengendalian berbasis biaya rendah yang disesuaikan dengan kapasitas finansial usaha mikro. Strategi intervensi diterapkan melalui integrasi hierarki pengendalian risiko yang meliputi perancangan teknis (perancangan sistem ventilasi dengan menambahkan *exhaust fan*), pengendalian administratif berbasis budaya 5S, serta standardisasi penggunaan APD secara konsisten di rantai produksi.

Daftar Pustaka

- [1] J. A. Prizi and E. P. Mahadewi, "The Influence of Occupational Safety, Health, And Security Standards On Increasing The Productivity of High-Rise Building Glass Cleaning Workers," *International Journal of Science, Technology & Management*, vol. 6, no. 5, pp. 1031–1035, Sep. 2025, doi: 10.46729/ijstm.v6i5.1350.
- [2] T. Ko Ko *et al.*, "Informal workplaces and their comparative effects on the health of street vendors and home-based garment workers in Yangon, Myanmar: a qualitative study," *BMC Public Health*, vol. 20, p. 524, Apr. 2020, doi: 10.1186/s12889-020-08624-6.
- [3] I. Sriagustini and T. Supriyani, "Assistance in identifying potential occupational safety and health hazards for woven bamboo craftsmen in Tasikmalaya," *Community Development Journal*, vol. 5, no. 2, pp. 251–255, Aug. 2021, doi: 10.33086/cdj.v5i2.2068.
- [4] R. A. A. Rahma, D. A. Arifah, and E. Rosanti, "Factors Associated with Work-related Musculoskeletal Disorders Risk among Bamboo Craftsman in Mojorejo Village, Ponorogo Indonesia," *Malaysian Journal of Medicine and Health Sciences*, vol. 19, no. 4, pp. 46–52, Jul. 2023, doi: 10.47836/mjmhs.v19i4.4.
- [5] N. Widajati, "Workplace Hazards and Their Impacts on Worker Health and Safety across Multiple Industries: A Comprehensive Review," *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, vol. 14, no. 1, pp. 1–3, Apr. 2025, doi: 10.20473/ijosh.v14i1.2025.1-3.

- [6] O. Rikhotso, T. J. Morodi, and D. M. Masekameni, "Occupational Health and Safety Statistics as an Indicator of Worker Physical Health in South African Industry," *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 19, no. 3, p. 1690, Jan. 2022, doi: 10.3390/ijerph19031690.
- [7] M. V. Grafkina, E. Y. Sviridova, and E. V. Goryacheva, "Reducing Occupational Risks in Industrial Processes: Analysis and Recommendations for Improving Safety in Production Equipment and Facilities." Accessed: Jun. 04, 2026. [Online]. Available: <https://www.iieta.org/journals/ijssse/paper/10.18280/ijssse.130502>
- [8] I. I. I. Zebua, E. Baene, E. Telaumbanua, and E. Zebua, "Analisis Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dalam Meminimalisir Risiko Kerja pada PT. POS Indonesia (Persero) Kantor Cabang Gunungsitoli," Sep. 2024, Accessed: Jun. 04, 2026. [Online]. Available: <https://jurnal.fem.uniba-bpn.ac.id/index.php/geoekonomi/article/view/429>
- [9] M. Delikhoon, E. Zarei, O. V. Banda, M. Faridan, and E. Habibi, "Systems Thinking Accident Analysis Models: A Systematic Review for Sustainable Safety Management," *Sustainability*, vol. 14, no. 10, p. 5869, Jan. 2022, doi: 10.3390/su14105869.
- [10] H. Pranoto, "Manajemen Resiko Terkait Keselamatan Dan Kesehatan Dalam Proyek Konstruksi," *Innovative: Journal Of Social Science Research*, vol. 4, no. 3, pp. 2106–2115, May 2024, doi: 10.31004/innovative.v4i3.10745.
- [11] E. Loizaga, A. T. Eyam, L. Bastida, and J. I. M. Lastra, "A Comprehensive Study of Human Factors, Sensory Principles, and Commercial Solutions for Future Human-Centered Working Operations in Industry 5.0," *IEEE Access*, vol. 11, pp. 53806–53829, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3280071.
- [12] M. A. Fatah, F. E. Putra, and H. Heru, "Analisis Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Dengan Metode Hazard And Operability Study (HAZOP) pada PT. Putra Agri Pas," *JUTIN*, vol. 8, no. 3, pp. 2783–2789, Jul. 2025, doi: 10.31004/jutin.v8i3.46973.
- [13] P. Mocellin *et al.*, "Experimental methods in chemical engineering: Hazard and operability analysis—HAZOP," *The Canadian Journal of Chemical Engineering*, vol. 100, no. 12, pp. 3450–3469, 2022, doi: 10.1002/cjce.24520.
- [14] N. Susanto, F. Azzahra, and A. H. Putra, "Application of Hazard and Operability Study Methods (HAZOP) to asses and control hazard risk in spinning department using at textile industrial," *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, vol. 1098, no. 1, p. 012006, Oct. 2022, doi: 10.1088/1755-1315/1098/1/012006.
- [15] P. E. Prima and I. M. A. Anthara, "Analysis of occupational health and safety through hazard and operability study (HAZOP) method with ranking system from OHS risk assessment and control," *AIP Conf. Proc.*, vol. 2882, no. 1, Oct. 2023, doi: 10.1063/5.0178982.
- [16] L. Hanum, A. B. Putra, and E. Prahara, "Hazard and Risk Analysis Using Hirarc and Hazop Methods on Erection Girder Work," *E3S Web of Conf.*, vol. 388, p. 01005, 2023, doi: 10.1051/e3sconf/202338801005.
- [17] R. A. A. Rahma and A. Hasanudin, "Risk Assessment Analysis in Boiler System with Hazard and Operability Study (HAZOP)," *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, vol. 22, no. 2, pp. 213–220, Dec. 2023, doi: <https://doi.org/10.23917/jiti.v22i2.22875>.
- [18] M. Arifin and F. Yuamita, "Analisis Tingkat Risiko Bahaya Kerja Menggunakan Metode Hazop (Hazard and Operability) pada PT. Madubaru PG/PS Madukismo," *ULIL ALBAB : Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, vol. 2, no. 2, pp. 757–766, Jan. 2023, doi: 10.56799/jim.v2i2.1336.
- [19] M. Anis, A. Asiyatun, and R. D. A. P. Satriyono, "Analysis Of Occupational Safety And Health (OSH) Application Of Assessment And Hazard Risk Control In The Mie Soon Industry Center Of Manjung Village, Klaten," *SHS Web Conf.*, vol. 189, p. 01033, 2024, doi: 10.1051/shsconf/202418901033.

- [20] I. Mindhayani, “Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja dengan Metode HAZOP dan Pendekatan Ergonomi (Studi Kasus: UD. Barokah Bantul),” *Simet*, vol. 11, no. 1, pp. 31–38, Apr. 2020, doi: 10.24176/simet.v11i1.3544.
- [21] A. A. A. Alhashim *et al.*, “Work-Related Musculoskeletal Disorders and their Impact on Quality of Life: A Comprehensive Review,” *Saudi J. Med. Pharm. Sci.*, vol. 11, no. 05, pp. 360–377, May 2025, doi: 10.36348/sjmps.2025.v11i05.002.
- [22] E. Melkani, K. Singh, N. Bano, and M. Mehta, “Work Profile and Hazards Review Study of Workers in Small Scale Enterprises,” *APJHS*, vol. 8, no. 1, pp. 90–93, Jan. 2021, doi: 10.21276/apjhs.2021.8.1.19.
- [23] M. Sunaryo and M. N. Rhomadhoni, “ANALISIS KADAR DEBU RESPIRABEL TERHADAP KELUHAN KESEHATAN PADA PEKERJA,” *jkmk*, vol. 8, no. 2, pp. 63–71, Jun. 2021, doi: 10.29406/jkmk.v8i2.2480.
- [24] C. Supapvanich, T. Yeekew, and G. Pechayco, “Respiratory Effects and Pulmonary Functions Related to Wood Dust Exposure among Workers in a Rubber Wood Factory,” *Health Science Journal of Thailand*, vol. 6, no. 2, pp. 90–97, Jun. 2024, doi: 10.55164/hsjt.v6i2.265260.
- [25] P. Kabiesz and J. Bartnicka, “5S system as a manner for improving working conditions and safety of work in a production company,” *Multidisciplinary Aspects of Production Engineering*, vol. 2, no. 1, pp. 496–507, Sep. 2019, doi: 10.2478/mape-2019-0050.