 ISSN: 2830-0408

IDENTIFIKASI BAHAYA PEKERJA *MAINTENANCE BLENDING* SILO MENGGUNAKAN METODE JOB SAFETY ANALYSIS (JSA) PADA PT SOLUSI BANGUN INDONESIA

Kasia Andro Widjaya[1], Syaloom Marselina Adu[2], Khairu Ummah Primadona Hernawan[3] , Henry Dwi Prihartanto[4]
[1]Program Studi Rekayasa Industri, [2]Direktorat Kampus Purwokerto, [3]Universitas Telkom Email: androo@student.telkomuniversity.ac.id

ABSTRAK

Pekerjaan pemeliharaan (*maintenance*) pada *blending* silo mengandung sejumlah potensi bahaya, khususnya pada aktivitas penanganan plug up Product HRC yang hingga saat ini masih memerlukan intervensi manual pekerja di area bawah silo. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi bahaya pada pekerjaan tersebut dengan menerapkan metode Job Safety Analysis (JSA), sekaligus mengevaluasi perubahan tingkat risiko setelah diterapkannya perubahan desain pada *blending* silo. Proses identifikasi dilaksanakan dengan mengamati setiap tahapan pekerjaan, potensi bahaya yang menyertainya, dampak yang mungkin timbul, serta pengendalian yang diperlukan untuk menekan risiko tersebut. Penilaian tingkat risiko dilakukan melalui dua tahap, yaitu Initial Risk Assessment dan Residual Risk Assessment, dengan memperhitungkan tiga parameter utama: Exposure, Probability, dan Consequences. Hasil identifikasi mengungkap beberapa bahaya utama, antara lain risiko jatuh dari ketinggian, tertimpa material, paparan debu, suhu kerja yang tinggi, ventilasi yang tidak memadai, serta gangguan akibat posisi kerja yang kurang ergonomis. Pada tahap penilaian awal, nilai risiko tertinggi ditemukan pada bahaya material yang jatuh dari bagian atas silo, yaitu sebesar 540 dengan kategori *Extreme*, sedangkan risiko jatuh dari ketinggian tercatat sebesar 270 dengan kategori High. Sebagai bentuk pengendalian, dilakukan perubahan desain berupa pembongkaran aeration box, pemasangan *chute* , dan penambahan air blaster guna mengurangi ketergantungan pada pekerjaan manual di bagian bawah silo. Hasil *Residual Risk Assessment* memperlihatkan penurunan risiko yang cukup signifikan, dengan nilai risiko material jatuh turun menjadi 4,5 (kategori Low) dan risiko jatuh dari ketinggian turun menjadi 18 (kategori Low). Temuan ini menegaskan bahwa penerapan JSA, penilaian risiko, dan perubahan desain secara berurutan dapat menjadi satu rangkaian pendekatan yang efektif untuk mengidentifikasi bahaya, menetapkan tindakan pengendalian, serta menekan tingkat paparan pekerja terhadap risiko kerja.

Kata kunci: *Blending* Silo, Job Safety Analysis (JSA), Plug Up, Risk Assessment, Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).

ABSTRACT

Maintenance work on the *blending* silo involves a number of potential hazards, particularly during the handling of HRC product plug-ups, which currently still require manual intervention by workers in the lower area of the silo. This study was conducted to identify hazards in these tasks by applying the Job Safety Analysis (JSA) method, while also evaluating changes in risk levels following the implementation of design modifications to the *blending* silo. The identification process involved observing each stage of the work, the associated potential hazards, the possible consequences, and the controls needed to mitigate those risks. Risk level assessment was conducted in two stages Initial Risk Assessment and Residual Risk Assessmenttaking into account three main parameters: Exposure, Probability, and Consequences. The results of the identification revealed several major hazards, including the risk of falling from heights, being struck by falling materials, dust exposure, high working temperatures, inadequate ventilation, and discomfort due to non-ergonomic work positions. In the initial assessment stage, the highest risk value was found for the hazard of materials falling from the top of the silo, at 540 in the "*Extreme*" category, while the risk of falling from heights was recorded at 270 in the "High" category. As a control measure, design changes were implemented, including the removal of the aeration box, the installation of a *chute* , and the addition of an air blaster to reduce reliance on manual work at the bottom of the silo. The results of the *Residual Risk Assessment* showed a significant reduction in risk, with the risk of falling materials decreasing to 4.5 (Low category) and the risk of falling from heights decreasing to 18 (Low category). These findings confirm that the sequential application of JSA, risk assessment, and design modifications can form an effective approach for identifying hazards, establishing control measures, and reducing workers' exposure to occupational risks.

Keywords: *Blending* Silo, Job Safety Analysis (JSA), Plug Up, Risk Assessment, Occupational Safety and Health (OSH).

 ISSN: 2830-0408

1. Pendahuluan

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan bagian penting dalam kegiatan industri karena setiap pekerjaan memiliki potensi bahaya yang dapat menimbulkan kecelakaan maupun gangguan terhadap proses kerja. Pengendalian risiko perlu dilakukan dengan mengenali bahaya sejak awal, menilai tingkat risikonya, dan menentukan tindakan pengendalian yang sesuai. Penerapan Job Safety Analysis (JSA) dapat digunakan untuk mengevaluasi potensi bahaya pada setiap aktivitas pekerjaan sehingga risiko yang ditemukan dapat menjadi dasar dalam menentukan pengendalian K3 (Purbasari et al., 2023).

Pada lingkungan industri, pekerjaan *maintenance* memiliki risiko yang perlu mendapatkan perhatian karena pekerja berhubungan secara langsung dengan mesin, peralatan, material, maupun kondisi fasilitas yang sedang mengalami gangguan atau perbaikan. Setiap tahapan pekerjaan *maintenance* dapat memiliki sumber bahaya yang berbeda sehingga identifikasi tidak cukup hanya dilakukan secara umum. JSA digunakan untuk menguraikan pekerjaan berdasarkan langkah-langkahnya, kemudian menentukan potensi bahaya dan pengendalian pada setiap tahapan. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Yusriyyah et al. (2024) yang menjelaskan bahwa JSA digunakan untuk mengidentifikasi potensi bahaya yang berkaitan dengan setiap langkah pekerjaan.

Kondisi tersebut juga ditemukan pada kegiatan pemeliharaan peralatan produksi di PT Solusi Bangun Indonesia, khususnya pada area *blending* silo. Aktivitas *maintenance blending* silo memiliki karakteristik pekerjaan yang berhubungan dengan peralatan dan material produksi. Salah satu kondisi yang menjadi perhatian adalah adanya plug atau penumpukan material yang dapat menghambat aliran material Product HRC. Dari sisi operasional, pengurangan plug berkaitan dengan upaya menjaga kelancaran dan efisiensi proses produksi. Namun, dari sisi K3, aktivitas pembersihan atau pengurangan plug merupakan pekerjaan yang tetap perlu dianalisis berdasarkan potensi bahaya yang dapat dialami pekerja. Penelitian Purbarani (2024) pada Departemen Preventive *Maintenance* menunjukkan bahwa JSA dapat digunakan untuk mengidentifikasi bahaya pada setiap aktivitas perbaikan mesin atau peralatan, kemudian hasil identifikasi tersebut dinilai untuk menentukan tingkat risiko dan tindakan pengendalian yang sesuai.

Selain menganalisis pekerjaan yang dilakukan oleh pekerja, kondisi desain *blending* silo juga perlu diperhatikan. Perubahan desain dari kondisi *before* menuju after seharusnya tidak hanya dinilai berdasarkan kemampuan desain dalam mengurangi permasalahan plug, tetapi juga berdasarkan pengaruhnya terhadap keselamatan pekerja. Dengan demikian, hasil JSA dapat menjadi salah satu dasar dalam menentukan kebutuhan perbaikan desain. Hubungan antara risk assessment dan JSA menjadi bagian penting dalam kajian ini, karena penilaian risiko tersebut merupakan bagian dari proses untuk mengetahui tingkat bahaya pada pekerjaan yang dilakukan. Penelitian Indriyant et al. (2024) menunjukkan bahwa JSA dapat digunakan untuk mengidentifikasi potensi bahaya pada setiap tahapan pekerjaan dan menjadi dasar dalam melakukan penilaian serta pengendalian risiko.

Penerapan JSA juga perlu dibandingkan dengan kondisi aktual di perusahaan dan ketentuan K3 yang berlaku untuk mengetahui adanya gap antara pelaksanaan pekerjaan di lapangan dengan prinsip penerapan JSA yang seharusnya. Penelitian Supriyadi et al. (2023) menunjukkan bahwa JSA dan Hazard Identification, Risk Assessment, and

 ISSN: 2830-0408

Determining Control (HIRADC) dapat digunakan untuk mengetahui tingkat risiko sekaligus membandingkan pengendalian risiko yang diterapkan di lapangan dengan perencanaan K3. Dalam pelaksanaannya, aspek tersebut juga perlu memperhatikan peraturan K3 yang berlaku di Indonesia, antara lain Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja, serta Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 9 Tahun 2016 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja dalam Pekerjaan pada Ketinggian sebagai dasar pembanding.

Berdasarkan uraian tersebut, permasalahan pada pekerjaan *maintenance blending* silo di PT Solusi Bangun Indonesia tidak hanya berkaitan dengan keberadaan plug sebagai permasalahan operasional, tetapi juga berkaitan dengan keselamatan pekerja ketika melakukan penanganannya. Oleh karena itu, diperlukan identifikasi bahaya menggunakan metode JSA dengan menghubungkan hasil risk assessment pada setiap tahapan pekerjaan, membandingkan kondisi desain *blending* silo *before* dan after, serta mengevaluasi kesesuaiannya dengan penerapan JSA dan ketentuan K3. Atas dasar tersebut, penelitian ini dilakukan dengan judul "Identifikasi Bahaya Pekerja *Maintenance Blending* Silo Menggunakan Metode Job Safety Analysis (JSA) pada PT Solusi Bangun Indonesia".

2. Tinjauan Pustaka

1) K3

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan bagian penting dalam pelaksanaan kegiatan industri karena setiap aktivitas kerja memiliki potensi bahaya yang dapat menimbulkan kecelakaan maupun gangguan kesehatan bagi pekerja. Penerapan K3 tidak hanya berkaitan dengan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD), tetapi mencakup proses sistematis untuk mengenali sumber bahaya, menilai tingkat risiko, serta menentukan tindakan pengendalian yang sesuai dengan karakteristik pekerjaan. Pada aktivitas *maintenance* , potensi bahaya dapat berasal dari interaksi pekerja dengan mesin, peralatan, material, maupun kondisi lingkungan kerja. Febrian et al. (2023) menunjukkan bahwa aktivitas *maintenance* memerlukan identifikasi bahaya dan penilaian risiko secara sistematis melalui pendekatan JSA dan HIRADC agar potensi bahaya dapat diketahui dan pengendalian dapat ditentukan berdasarkan kondisi pekerjaan. Arista et al. (2025) juga menunjukkan bahwa aktivitas *machine maintenance* memiliki potensi bahaya yang berasal dari peralatan, lingkungan kerja, dan aktivitas pekerja sehingga identifikasi bahaya perlu dilakukan berdasarkan tahapan pekerjaan. Dengan demikian, penerapan K3 pada pekerjaan *maintenance* tidak hanya bertujuan mencegah terjadinya kecelakaan, tetapi juga memastikan bahwa metode kerja yang digunakan mampu mengurangi paparan pekerja terhadap sumber bahaya. Dalam penelitian ini, penerapan K3 difokuskan pada aktivitas *maintenance blending silo*, khususnya pekerjaan penanganan *plug up Product* HRC yang pada kondisi awal melibatkan aktivitas manual pada area bawah silo dan memiliki beberapa karakteristik bahaya seperti pekerjaan pada ketinggian, material jatuh, paparan debu, temperatur tinggi, area kerja terbatas, serta aktivitas memukul atau mendorong material.

2) Bahaya Kerja

Bahaya kerja merupakan kondisi, sumber, situasi, maupun aktivitas yang memiliki potensi menyebabkan cedera, gangguan kesehatan, kerusakan peralatan, atau kerugian lainnya selama pekerjaan berlangsung. Sumber bahaya dalam lingkungan industri dapat berasal dari kondisi peralatan, material yang digunakan, lingkungan kerja, metode kerja, maupun tindakan pekerja. Oleh karena itu, suatu pekerjaan tidak dapat dinilai hanya berdasarkan aktivitas utamanya, tetapi perlu dilihat berdasarkan kondisi yang menyertai setiap tahapan pekerjaan. Arista et al. (2025) menunjukkan bahwa aktivitas

 ISSN: 2830-0408

machine maintenance memiliki berbagai potensi bahaya yang dapat berasal dari peralatan, lingkungan, dan aktivitas pekerja sehingga identifikasi bahaya perlu dilakukan sebelum pekerjaan dilaksanakan. Andriani dan Suwarno (2022) juga menerapkan JSA pada aktivitas *mold maintenance* untuk mengidentifikasi potensi bahaya berdasarkan pekerjaan yang dilakukan, sedangkan Nainggolan et al. (2024) menggunakan metode JSA untuk mengidentifikasi potensi bahaya pada program *maintenance* . Pendekatan tersebut menunjukkan bahwa karakteristik bahaya dapat berbeda pada setiap jenis pekerjaan meskipun berada dalam lingkungan industri yang sama. Pada pekerjaan penanganan *plug up Product* HRC, bahaya yang ditemukan meliputi potensi jatuh dari ketinggian saat menggunakan tangga, kondisi area kerja yang sempit dengan temperatur tinggi dan ventilasi yang kurang memadai, paparan debu ketika material keluar dari silo, konsentrasi debu yang tinggi, kemungkinan material jatuh dari bagian atas silo, serta risiko cedera akibat aktivitas memukul atau mendorong material. Identifikasi terhadap berbagai sumber bahaya tersebut diperlukan agar risiko yang timbul dapat dinilai secara lebih spesifik dan pengendalian dapat diarahkan pada sumber bahaya yang relevan.

3) Risiko Kerja

Risiko kerja menggambarkan kemungkinan terjadinya suatu kejadian akibat adanya bahaya serta besarnya konsekuensi yang dapat ditimbulkan apabila kejadian tersebut terjadi. Dengan demikian, keberadaan bahaya tidak selalu menunjukkan tingkat risiko yang sama karena tingkat risiko dipengaruhi oleh kemungkinan pekerja terpapar dan tingkat keparahan dampaknya. Penilaian risiko diperlukan untuk menentukan tingkat risiko pada setiap aktivitas sehingga tindakan pengendalian dapat ditetapkan berdasarkan kondisi yang ditemukan. Baharuddin et al. (2024) menunjukkan bahwa metode JSA dapat digunakan untuk mengidentifikasi potensi bahaya sekaligus menentukan tingkat risiko pada setiap tahapan pekerjaan reparasi kapal. Nurriwanti et al. (2023) juga melakukan *hazard identification* dan *risk assessment* pada aktivitas *maintenance* dengan mempertimbangkan kemungkinan dan konsekuensi dari bahaya yang ditemukan pada area kerja. Sementara itu, Abituta dan Yuamita (2023) menggunakan JSA untuk menganalisis risiko kesehatan dan keselamatan kerja pada aktivitas penimbunan sehingga hasil identifikasi bahaya dapat digunakan sebagai dasar penentuan tingkat risiko dan tindakan pengendalian. Dalam penelitian ini, risiko dinilai pada setiap bahaya yang ditemukan dalam aktivitas penanganan *plug up Product* HRC. Penilaian tersebut dilakukan untuk mengetahui kondisi risiko sebelum pengendalian dan kondisi risiko yang masih tersisa setelah pengendalian diterapkan. Perbandingan kedua kondisi tersebut kemudian digunakan untuk melihat perubahan tingkat risiko sebagai dampak dari tindakan pengendalian yang dilakukan.

4) Identifikasi Bahaya

Identifikasi bahaya merupakan proses sistematis untuk menemukan dan mendeskripsikan sumber bahaya yang terdapat pada setiap tahapan pekerjaan. Proses ini menjadi salah satu tahapan awal dalam pengelolaan risiko karena hasil identifikasi digunakan sebagai dasar untuk menentukan risiko dan memilih tindakan pengendalian. Identifikasi bahaya perlu mempertimbangkan aktivitas yang dilakukan pekerja, peralatan yang digunakan, karakteristik material, kondisi lingkungan, serta metode kerja yang diterapkan. Nurriwanti et al. (2023) menunjukkan bahwa identifikasi bahaya pada pekerjaan *maintenance* dapat dilakukan dengan mempertimbangkan aktivitas kerja dan kondisi area kerja, termasuk pekerjaan yang dilakukan pada area dengan keterbatasan ruang. Wardana et al. (2023) juga menerapkan JSA dan HIRARC dalam mengidentifikasi bahaya pada pekerjaan mesin CNC sebelum menentukan pengendalian terhadap risiko yang ditemukan. Sementara itu, Waluyo et al. (2023) menggunakan JSA untuk mengidentifikasi bahaya pada pekerjaan konstruksi dengan menguraikan pekerjaan berdasarkan aktivitas yang dilakukan. Berdasarkan pendekatan tersebut, identifikasi bahaya

 ISSN: 2830-0408

pada penelitian ini dilakukan dengan menguraikan aktivitas penanganan *plug up Product* HRC menjadi beberapa tahapan pekerjaan, yaitu persiapan dan perpindahan menuju area kerja, akses melalui tangga, proses penanganan material, pekerjaan di bawah silo, penyelesaian pekerjaan, dan meninggalkan area kerja. Setiap tahapan kemudian dianalisis untuk menentukan sumber bahaya, kejadian yang mungkin terjadi, dampak yang dapat ditimbulkan, serta bentuk pengendalian yang diperlukan. Pendekatan tersebut memungkinkan identifikasi bahaya dilakukan secara lebih terarah karena setiap risiko dikaitkan secara langsung dengan aktivitas yang menjadi sumber paparannya.

5) *Job Safety Analysis* (JSA)

Job Safety Analysis (JSA) merupakan metode sistematis yang digunakan untuk menganalisis keselamatan suatu pekerjaan dengan cara membagi pekerjaan menjadi beberapa tahapan, kemudian mengidentifikasi bahaya yang terdapat pada setiap tahapan tersebut serta menentukan tindakan pengendalian yang diperlukan. Penggunaan JSA memungkinkan suatu pekerjaan dianalisis secara lebih rinci karena sumber bahaya tidak hanya dilihat dari pekerjaan secara keseluruhan, tetapi berdasarkan aktivitas spesifik yang dilakukan pekerja. Andriani dan Suwarno (2022) menerapkan JSA pada aktivitas mold *maintenance* dengan mengidentifikasi potensi bahaya berdasarkan pekerjaan yang dilakukan. Yusriyyah et al. (2024) juga menggunakan JSA dengan membagi aktivitas pekerjaan menjadi beberapa tahapan untuk menentukan potensi bahaya, tingkat risiko, dan tindakan pengendalian. Penerapan JSA pada pekerjaan *maintenance* juga ditunjukkan oleh Arista et al. (2025), Aziz dan Purwaningsih (2025), serta Purbarani (2024), yang menggunakan analisis berdasarkan aktivitas kerja sebagai dasar untuk menentukan risiko dan pengendalian. Secara umum, penerapan JSA dilakukan dengan menentukan pekerjaan yang akan dianalisis, membagi pekerjaan menjadi beberapa langkah, mengidentifikasi bahaya pada setiap langkah, menentukan kejadian dan dampak yang mungkin terjadi, melakukan penilaian risiko awal, menentukan pengendalian, kemudian melakukan penilaian kembali setelah pengendalian diterapkan. Dalam penelitian ini, JSA digunakan untuk menganalisis pekerjaan penanganan *plug up Product* HRC pada *blending silo*. Tahapan pekerjaan yang dianalisis mencakup persiapan, akses menuju area kerja, aktivitas penanganan material, pekerjaan di bawah silo, hingga proses penyelesaian pekerjaan. Hasil analisis JSA kemudian digunakan sebagai dasar dalam melakukan *risk assessment* dan menentukan bentuk pengendalian yang sesuai terhadap bahaya yang ditemukan

6) *Risk Assesment*

Risk assessment merupakan proses untuk menentukan tingkat risiko berdasarkan bahaya yang telah diidentifikasi dengan mempertimbangkan kemungkinan terjadinya kejadian dan konsekuensi yang dapat ditimbulkan. Penilaian risiko memiliki peranan penting dalam menentukan prioritas pengendalian karena tidak seluruh bahaya memiliki tingkat risiko yang sama. Nurriwanti et al. (2023) menggunakan penilaian risiko untuk mengetahui tingkat risiko pada aktivitas *maintenance* berdasarkan parameter kemungkinan dan konsekuensi bahaya. Baharuddin et al. (2024) juga menghubungkan hasil identifikasi menggunakan JSA dengan penentuan tingkat risiko pada setiap tahapan pekerjaan. Selain itu, Febrian et al. (2023) menunjukkan bahwa kombinasi JSA dan HIRADC dapat digunakan untuk mengidentifikasi bahaya, menilai tingkat risiko, serta menentukan tindakan pengendalian pada aktivitas *maintenance* . Pada penelitian ini, *risk assessment* dilakukan menggunakan parameter *Exposure* (E), *Probability* (P), dan *Consequences* (C), dengan tingkat risiko dihitung menggunakan persamaan: ($R = E \times P \times C$).
Nilai risiko yang diperoleh kemudian digunakan untuk menentukan tingkat risiko pada masing-masing bahaya yang telah diidentifikasi. Penilaian dilakukan pada kondisi awal sebelum pengendalian atau *Initial Risk assessment* dan kondisi setelah pengendalian atau *Residual Risk assessment*. Dengan

 ISSN: 2830-0408

membandingkan kedua kondisi tersebut, dapat diketahui perubahan tingkat risiko yang terjadi setelah tindakan pengendalian diterapkan. Pendekatan ini memungkinkan efektivitas tindakan pengendalian dianalisis berdasarkan perubahan nilai risiko, bukan hanya berdasarkan keberadaan pengendalian secara kualitatif.

7) *Initial Risk Assesment*

Initial Risk assessment merupakan penilaian tingkat risiko pada kondisi awal sebelum tindakan pengendalian diterapkan. Penilaian ini memberikan gambaran mengenai tingkat risiko yang terdapat pada pekerjaan berdasarkan metode, peralatan, dan kondisi lingkungan kerja yang digunakan sebelum dilakukan perubahan. Hasil penilaian kondisi awal dapat digunakan untuk menentukan bahaya yang memerlukan perhatian dan pengendalian lebih lanjut. Purbarani (2024) menggunakan JSA yang dipadukan dengan pendekatan HIRARC untuk mengidentifikasi bahaya dan menilai tingkat risiko pada aktivitas *preventive maintenance* . Pendekatan penilaian kondisi awal juga diperlukan agar perubahan tingkat risiko setelah pengendalian dapat diketahui secara objektif melalui perbandingan nilai sebelum dan sesudah pengendalian. Pada penelitian ini, *Initial Risk assessment* menghasilkan enam potensi bahaya utama pada aktivitas penanganan *plug up Product* HRC. Risiko jatuh dari ketinggian saat menggunakan tangga memiliki nilai risiko 270 dengan kategori *High*, kondisi area sempit dengan temperatur tinggi dan ventilasi kurang memiliki nilai 126 dengan kategori *Substantial*, paparan debu memiliki nilai 135 dengan kategori *Substantial*, konsentrasi debu tinggi memiliki nilai 270 dengan kategori *High*, material jatuh dari bagian atas silo memiliki nilai 540 dengan kategori *Extreme*, sedangkan risiko cedera akibat aktivitas memukul atau mendorong material memiliki nilai 108 dengan kategori *Substantial*. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kondisi pekerjaan sebelum dilakukan pengendalian memiliki beberapa risiko yang memerlukan tindakan perbaikan. Risiko material jatuh dari bagian atas silo memiliki nilai tertinggi, yaitu 540, sehingga kondisi tersebut menjadi salah satu fokus utama dalam menentukan pengendalian terhadap pekerjaan penanganan plug up.

8) *Residual Risk Assesment*

Residual Risk Assessment merupakan penilaian tingkat risiko yang dilakukan setelah tindakan pengendalian diterapkan untuk mengetahui tingkat risiko yang masih tersisa pada suatu pekerjaan. Penilaian ini penting karena penerapan pengendalian tidak selalu menghilangkan seluruh risiko, tetapi dapat mengurangi kemungkinan terjadinya kejadian atau mengurangi konsekuensi yang ditimbulkan. Wardana et al. (2023) menunjukkan hubungan antara identifikasi bahaya menggunakan JSA, penilaian risiko, dan pengendalian untuk mengetahui kondisi keselamatan setelah tindakan pengendalian diterapkan. Sudiarno dan Maharani (2024) juga menekankan pentingnya pemilihan tindakan pengendalian berdasarkan *hierarchy of controls* agar risiko dapat dikurangi secara lebih efektif. Pada penelitian ini, *Residual Risk Assessment* dilakukan setelah perubahan desain *blending silo* dan penerapan pengendalian lainnya. Hasil penilaian menunjukkan adanya penurunan seluruh nilai risiko dibandingkan kondisi awal. Risiko material jatuh dari bagian atas silo mengalami penurunan dari nilai 540 dengan kategori *Extreme* menjadi 4,5 dengan kategori Low. Risiko jatuh dari ketinggian mengalami penurunan dari 270 dengan kategori *High* menjadi 18 dengan kategori Low. Risiko kondisi area sempit, temperatur tinggi, dan ventilasi kurang menurun dari 126 menjadi 9, sedangkan risiko paparan debu menurun dari 135 menjadi 9. Risiko konsentrasi debu tinggi menurun dari 270 menjadi 10,5 dan risiko ergonomi akibat aktivitas memukul atau mendorong material menjadi 3 dengan kategori Low. Perubahan tersebut menunjukkan bahwa setelah pengendalian diterapkan, tingkat risiko pada pekerjaan yang dianalisis menjadi lebih rendah dibandingkan kondisi awal.

 ISSN: 2830-0408

9) *Pengendalian Risiko*

Pengendalian risiko merupakan tindakan yang dilakukan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan maupun mengurangi dampak yang dapat ditimbulkan oleh suatu bahaya. Pengendalian perlu disesuaikan dengan karakteristik bahaya agar tindakan yang diterapkan dapat mengurangi sumber paparan secara efektif. Penggunaan APD merupakan salah satu bentuk pengendalian, tetapi tidak selalu menjadi pilihan utama apabila risiko dapat dikurangi melalui perubahan metode kerja, peralatan, atau lingkungan. Sudiarno dan Maharani (2024) menjelaskan bahwa pemilihan pengendalian K3 perlu mempertimbangkan *hierarchy of controls* sehingga pengendalian tidak hanya berorientasi pada penggunaan APD, tetapi juga mempertimbangkan tindakan yang dapat menghilangkan atau mengurangi bahaya pada sumbernya. Arista et al. (2025) menunjukkan bahwa hasil identifikasi bahaya pada aktivitas *maintenance* dapat digunakan sebagai dasar untuk menentukan pengendalian yang disesuaikan dengan karakteristik bahaya. Dalam penelitian ini, pengendalian risiko dilakukan melalui beberapa tindakan yang mencakup perubahan desain *blending silo*, pengurangan pekerjaan manual, pengaturan kondisi area kerja, penggunaan peralatan pendukung, serta penggunaan APD sesuai kebutuhan. Perubahan desain dilakukan melalui pembongkaran *aeration box*, pemasangan *chute* , dan penambahan air blaster. Perubahan tersebut diarahkan untuk mengurangi kebutuhan pekerja melakukan penanganan plug up secara langsung pada area bawah silo. Selain itu, pengendalian juga mencakup pemeriksaan area sebelum bekerja, pengaturan waktu kerja, penyediaan air minum, pembatasan area kerja, pemasangan barricade, pengendalian debu, penggunaan respirator dan pelindung mata, serta pembersihan area setelah pekerjaan selesai. Dengan demikian, pengendalian yang diterapkan tidak hanya berfokus pada perlindungan pekerja, tetapi juga berusaha mengurangi interaksi langsung pekerja dengan sumber bahaya.

10) *Hierarki Pengendalian Risiko*

Hierarki pengendalian risiko merupakan pendekatan yang digunakan untuk menentukan prioritas tindakan pengendalian berdasarkan tingkat efektivitasnya dalam mengurangi bahaya. Pengendalian pada prinsipnya mencakup eliminasi, substitusi, pengendalian teknik, pengendalian administratif, dan penggunaan APD. Urutan tersebut menunjukkan bahwa pengendalian yang dilakukan pada sumber bahaya atau melalui perubahan sistem kerja pada umumnya menjadi pertimbangan sebelum mengandalkan perlindungan individu. Sudiarno dan Maharani (2024) menekankan pentingnya penerapan *hierarchy of controls* dalam program K3 agar strategi pengendalian tidak hanya bergantung pada APD, tetapi juga mempertimbangkan tindakan yang dapat mengurangi bahaya secara lebih langsung. Pengendalian teknik merupakan salah satu bentuk pengendalian yang dapat diterapkan melalui perubahan peralatan, desain, atau sistem kerja sehingga paparan pekerja terhadap sumber bahaya dapat dikurangi. Dalam konteks pekerjaan *maintenance blending silo*, pendekatan tersebut relevan karena beberapa bahaya muncul akibat kebutuhan pekerja untuk melakukan pekerjaan secara manual di area yang memiliki keterbatasan kondisi kerja. Perubahan desain melalui pemasangan *chute* dan air blaster dapat dikategorikan sebagai pengendalian teknik karena mengubah mekanisme penanganan material dan mengurangi kebutuhan pekerja melakukan intervensi langsung. Pengendalian administratif dan APD tetap digunakan sebagai pengendalian pendukung, khususnya untuk bahaya yang masih mungkin muncul setelah perubahan desain diterapkan.

11) *Maintenance Blending silo dan Plug Up*

Maintenance merupakan aktivitas yang dilakukan untuk mempertahankan kondisi peralatan agar dapat berfungsi sesuai kebutuhan proses produksi maupun mengembalikan kondisi peralatan ketika

 ISSN: 2830-0408

terjadi gangguan. Aktivitas *maintenance* dapat mencakup pemeriksaan, pembersihan, perbaikan, penggantian komponen, serta penanganan gangguan yang terjadi selama proses produksi. Arista et al. (2025) menunjukkan bahwa aktivitas machine *maintenance* memiliki berbagai potensi bahaya sehingga identifikasi dan pengendalian perlu dilakukan berdasarkan tahapan pekerjaan. *Blending silo* merupakan fasilitas yang berfungsi sebagai tempat penampungan material sebelum material diteruskan ke proses berikutnya, sehingga kondisi aliran material menjadi salah satu faktor yang perlu diperhatikan dalam menjaga kelancaran proses. Salah satu gangguan yang dapat terjadi adalah plug up, yaitu kondisi ketika material mengalami penumpukan atau penyumbatan sehingga aliran material menjadi tidak lancar. Kondisi tersebut dapat menyebabkan kebutuhan untuk melakukan intervensi atau pembersihan material agar aliran dapat kembali berjalan. Pada kondisi awal yang dianalisis dalam penelitian ini, penanganan *plug up Product* HRC masih melibatkan pekerjaan manual pada area bawah silo. Pekerjaan tersebut membuat pekerja berhadapan dengan beberapa sumber bahaya secara bersamaan, seperti penggunaan tangga untuk mencapai area tertentu, kemungkinan material jatuh dari bagian atas silo, paparan debu, temperatur tinggi, ventilasi yang kurang memadai, serta aktivitas memukul atau mendorong material. Oleh karena itu, pekerjaan *maintenance blending silo* tidak hanya perlu dipandang sebagai aktivitas pemulihan fungsi peralatan, tetapi juga sebagai aktivitas kerja yang memerlukan analisis keselamatan berdasarkan tahapan dan kondisi aktual di lapangan.

12) *Perubahan Desain Blending silo sebagai Pengendalian Risiko*

Perubahan desain peralatan dapat digunakan sebagai salah satu bentuk pengendalian teknik ketika metode kerja atau kondisi peralatan menjadi sumber paparan bahaya bagi pekerja. Pendekatan ini memungkinkan pengurangan risiko dilakukan melalui perubahan sistem kerja sehingga ketergantungan terhadap intervensi manual dapat dikurangi. Sudiarno dan Maharani (2024) menempatkan pengendalian teknik sebagai bagian penting dalam *hierarchy of controls* karena perubahan pada sumber atau mekanisme kerja dapat memberikan pengurangan paparan yang lebih langsung dibandingkan pengendalian yang hanya bergantung pada perilaku pekerja. Arista et al. (2025) juga menunjukkan bahwa hasil identifikasi bahaya pada pekerjaan *maintenance* dapat menjadi dasar dalam menentukan tindakan pengendalian, termasuk pengendalian melalui perubahan teknis. Pada penelitian ini, perubahan dilakukan pada sistem *blending silo* dengan membongkar *aeration box*, memasang *chute* , dan menambahkan air blaster. *Chute* digunakan sebagai bagian dari perubahan jalur atau mekanisme penanganan material, sedangkan air blaster digunakan untuk membantu mengatasi kondisi material yang berpotensi mengalami penumpukan sehingga kebutuhan penanganan secara manual dapat dikurangi. Perubahan tersebut diarahkan untuk mengurangi interaksi langsung pekerja dengan area yang memiliki potensi bahaya, khususnya bahaya jatuh dari ketinggian, material jatuh dari bagian atas silo, paparan debu, serta kondisi lingkungan kerja yang kurang nyaman. Keberhasilan pengendalian kemudian dievaluasi melalui perbandingan nilai *Initial Risk assessment* dan *Residual Risk assessment*. Perbandingan tersebut memberikan gambaran mengenai perubahan tingkat risiko setelah desain diterapkan dan menjadi dasar untuk melihat kontribusi perubahan desain terhadap peningkatan kondisi keselamatan pada aktivitas penanganan *plug up Product* HRC.

2.1 Singkatan dan Akronim

Tabel 1
Satuan Untuk Properti Magnetis

 ISSN: 2830-0408

Singkatan	Keterangan
JSA	*Job Safety Analysis*
R	*Risk*
E	*Exposure*
P	*Probability*
C	*Consequnces*
HRC	*Hydraullic Roller Press*
K3	Keselamatan dan Kesehatan Kerja
HIRADC	*Hazard Identification, Risk Assesment, and Determining Control*
HIRARC	*Hazard Identification, Risk Assesment, and Risk Control*

Sumber: Data Primer diolah, 2022

3. Metode Penelitian

3.1 Persamaan

Penilaian risiko pada penelitian ini dilakukan menggunakan metode *Job Safety Analysis* (JSA). Setelah potensi bahaya pada setiap tahapan pekerjaan diidentifikasi, tingkat risiko ditentukan melalui tiga parameter, yaitu *Exposure* (E), *Probability* (P), dan *Consequences* (C). Ketiga parameter tersebut digunakan untuk memperoleh nilai risiko pada kondisi awal (*Initial Risk Assessment*) maupun setelah pengendalian diterapkan (*Residual Risk Assessment*).
Nilai risiko dengan mengalikan nilai *Exposure*, *Probability*, dan *Consequences*. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Risk = Exposure \times Probability \times Consequnces \quad (1)$$

Dengan:

a. (R) = nilai risiko (*Risk Score*);
b. (E) = nilai *Exposrue*, yaitu tingkat atau frekuensi paparan pekerja terhadap kondisi berbahaya;
c. (P) = nilai *Probability*, yaitu kemungkinan terjadinya suatu kejadian akibat bahaya yang telah diidentifikasi;
d. (C) = nilai *Consequences*, yaitu tingkat keparahan dampak yang dapat ditimbulkan apabila kejadian tersebut terjadi.

Nilai (R) yang diperoleh kemudian digunakan untuk menentukan tingkat risiko berdasarkan kalsifikasi yang digunakan dalam penilaian JSA. Penilaian dilakukan dua kali, yaitu sebelum pengendalian untuk memperoleh nilai *Initial Risk Assesment* dan setelah pengendalian untuk memperoleh *Residual Risk Assesment*. Perbandingan kedua nilai tersebut digunakan untuk melihat perubahan tingkat risiko setelah tindakan pengendalian diterapkan.
Pada bahaya jatuh dari ketinggian saat menggunakan tangga, nilai masing-masing parameter adalah 6 untuk *Exposure*, 3 untuk *Probability*, dan 15 untuk *Consequences*, perhitungan tingkat risiko seperti berikut:

$$Risk = Exposure \times Probability \times Consequnces \quad (1)$$
$$Risk = 6 \times 3 \times 15 \quad (2)$$
$$Risk = 270 \quad (3)$$

Pada bahaya jatuh dari ketinggian, risiko awal yang ditemui sebesar 270, dan dikategorikan sebagai *High* berdasarkan kategori tingkat risiko.
Dalam penelitian ini, hasil penilaian menunjukkan bahwa pengendalian melalui perubahan desain pada penanganan *plug up* dapat menurunkan nilai risiko. Salah satu contohnya adalah bahaya material jatuh dari bagian atas silo yang memiliki nilai risiko awal sebesar 540 dan setelah pengendalian menjadi 4,5. Dengan demikian, persamaan penilaian risiko digunakan sebagai dasar kuantitatif untuk mengevaluasi efektivitas pengendalian bahaya pada pekerjaan *maintenance blending silo*.

 ISSN: 2830-0408

3.1.1 Tahapan Penelitian

Job safety analysis (JSA) dilakukan dengan menguraikan aktivitas penanganan *plug up Product* HRC menjadi beberapa tahapan pekerjaan, kemudian mengidentifikasi potensi bahaya, potensi kejadian dan dampak K3, serta pengendalian yang dapat diterapkan pada setiap tahapan. Berdasarkan hasil JSA pada tabel, aktivitas pekerjaan terdiri atas persiapan menuju area bawah silo, naik dan turun tangga 180˚, pembersihan *plug up* secara manual, pekerjaan di bawah silo, aktivitas memukul atau mendorong material, serta penyelesaian pekerjaan dan meninggalkan area. Dari tahapan tersebut, teridentifikasi beberapa potensi bahaya, seperti kondisi area kerja yang terbatas dan kurang nyaman, risiko jatuh dari ketinggian, paparan debu semen/HRC, material yang jatuh dari bagian atas silo, posisi kerja yang kurang baik dan gerakan berulang, serta sisa material pada area kerja.

Hasil identifikasi pada JSA selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam melakukan *Risk Assesment*. Penilaian dilakukan pada kondisi sebelum dan sesudah pengendalian melalui *Initial Risk Assesment* dan *Residual Risk Assesment*. Tingkat risiko ditentukan berdasarkan parameter *Exposure*, *Probability*, dan *Connsequence*. Pada kondisi awal berdasarkan tabel, bahaya material jatuh dari bagian atas silo memiliki tingkat risiko tertinggi dengan nilai 540 dan termasuk kategori *Extreme*. Risiko jatuh dari ketinggian saat menggunakan tangga dan konsentrasi debu yang tinggi masing-masing memiliki nilai 270 dengan kategori *High*.

Berdasarkan hasil penilaian tersebut, pengendalian dilakukan dengan melalui beberapa tindakan sesuai dengan sumber bahaya. Setelah pengendalian diterapkan, dilakukan *Residual Risk Assesment* untuk mengetahui perubahan tingkat risiko. Hasil tersebut nantinya akan menunjukkan apakah terjadi perubahan pada tingkat risiko terjadinya potensi bahaya setelah dilakukannya pengendalian.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Kondisi *Blending* Silo Sebelum dan Sesudah Perubahan Desain

Kondisi awal (*before*) pada *blending* silo yang berada di PT Solusi Bangun Indonesia masih menggunakan sistem *aeration box* sebagai komponen yang berfungsi menjaga aliran material di bagian bawah silo. Namun, dalam pelaksanaannya, sistem tersebut sering kali menimbulkan permasalahan plug *up Product* HRC, yaitu ketika material mengalami penumpukan yang mengakibatkan aliran yang menuju proses berikutnya menjadi tidak stabil. Kondisi ini sejalan dengan temuan Arista et al. (2025) yang menyatakan bahwa pekerjaan *machine maintenance* pada umumnya memiliki potensi bahaya yang beragam, sehingga penanganan gangguan peralatan tidak dapat dilepaskan dari pertimbangan keselamatan pekerja. Permasalahan plug up pada penelitian ini menyebabkan pekerja harus melakukan intervensi secara manual di area bawah silo dengan menggunakan tangga untuk mencapai lokasi kerja, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.

Gambar 1. Kondisi *blending* silo sebelum perubahan desain (*before*), memperlihatkan penggunaan sistem *aeration box* pada bagian bawah silo.



Sumber: Dokumentasi PT Solusi Bangun Indonesia (2026).

Kondisi yang ada pada tersebut menyebabkan beberapa keterbatasan dari sisi keselamatan kerja, mengingat pekerja harus berada pada area terbatas, menggunakan tangga secara berulang, serta berurusan secara langsung dengan kemungkinan keluarnya atau jatuhnya material dari bagian atas silo.

 ISSN: 2830-0408

Guna mengatasi permasalahan tersebut, perusahaan melakukan perubahan desain (after) dengan cara membongkar (dismantling) *aeration box,* kemudian menggantinya dengan *chute* , dan menambahkan air blaster. Kondisi setelah perubahan tersebut ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kondisi *blending* silo sesudah perubahan desain (after), memperlihatkan penggantian *aeration box* dengan *chute* dan penambahan air blaster.
Sumber: Dokumentasi PT Solusi Bangun Indonesia (2026).

Apabila Gambar 1 dan Gambar 2 dibandingkan, terlihat bahwa perubahan desain tersebut tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga membawa implikasi secara langsung dengan pola kerja pekerja di lapangan. Berbeda dengan Arista et al. (2025) yang pembahasannya berhenti pada identifikasi bahaya tanpa disertai realisasi perubahan fisik pada peralatan, penelitian ini menunjukkan bahwa akar masalah justru terletak pada desain sistem *aeration box* itu sendiri, sehingga pengendaliannya diarahkan langsung pada rekayasa ulang peralatan dan bukan sekadar rekomendasi administratif.

4.2 Identifikasi Bahaya Menggunakan *Job Safety Analysis* (JSA)

Identifikasi bahaya dilakukan secara sistematis dengan cara menjabarkan pekerjaan penanganan *plug up Product* HRC menjadi enam tahapan kerja, dimulai dari tahap persiapan sampai dengan tahap penyelesaian pekerjaan. Pendekatan penjabaran pekerjaan menjadi langkah-langkah kerja ini sejalan dengan cara yang digunakan Agustin dan Rodiah (2022) dalam menganalisis perilaku tidak aman pekerja gudang, di mana setiap langkah kerja diperiksa secara terpisah untuk menemukan sumber bahaya yang spesifik pada tahapan tersebut. Namun, fokus penelitian Agustin dan Rodiah (2022) lebih menitikberatkan pada faktor perilaku (human factor) sebagai penyebab utama bahaya, sedangkan pada penelitian ini justru ditemukan bahwa akar masalah bukan pada perilaku pekerja, melainkan pada keterbatasan desain peralatan yang memaksa pekerja melakukan pekerjaan manual berisiko tinggi sebuah sudut pandang yang berbeda dan belum banyak diangkat pada literatur JSA sejenis. Hasil identifikasi secara lengkap disajikan pada Tabel I.

Tabel I *Job Safety Analysis* (JSA) Pekerjaan Penanganan Plug Up Product HRC

No.	Langkah Pekerjaan	Potensi Bahaya	Dampak K3	Pengendalian
1	Persiapan dan menuju area bawah Silo 1	Area kerja terbatas dan kondisi lingkungan yang kurang nyaman	Kelelahan, heat stress, atau gangguan kesehatan lainnya	Pemeriksaan area kerja, pengaturan waktu kerja, penyediaan air minum, dan penggunaan APD
2	Naik dan turun tangga 180°	Risiko jatuh dari ketinggian	Cedera serius, patah tulang, hingga fatality	Pengurangan kebutuhan naik tangga melalui penerapan *chute* dan air blaster
3	Pembersihan plug up secara manual	Paparan debu semen/HRC dan material yang menyembur	Iritasi mata serta gangguan pada saluran pernapasan	Penggunaan dust collector, respirator, dan pelindung mata
4	Bekerja pada area bawah silo	Material jatuh dari bagian atas silo	Tertimpa material, cedera berat, hingga fatality	Pemasangan barricade, penetapan exclusion zone, dan pengendalian keluarnya material

 ISSN: 2830-0408

No.	Langkah Pekerjaan	Potensi Bahaya	Dampak K3	Pengendalian
5	Memukul atau mendorong material secara manual	Posisi kerja yang kurang ergonomis dan gerakan berulang	Nyeri otot dan gangguan muskuloskeletal	Penggunaan alat bantu mekanis, pelatihan manual handling, dan rotasi kerja
6	Menyelesaikan pekerjaan dan meninggalkan area	Sisa material dan kondisi area yang tidak tertata	Terpeleset atau tersandung	Pembersihan area dan pemeriksaan kondisi tempat kerja sebelum meninggalkan lokasi

Sumber: Data hasil pengamatan dan pengolahan penulis (2026).

Berdasarkan Tabel I, dapat dicermati bahwa bahaya yang paling menonjol muncul pada tahapan kedua dan keempat, yaitu ketika pekerja menggunakan tangga untuk mencapai area kerja dan ketika pekerja berada langsung di bawah silo tempat material berpotensi jatuh.

4.3 *Initial Risk Assessment* dan *Residual Risk Assessment*

Penilaian risiko pada tahap ini dilakukan dengan mengalikan tiga parameter, yaitu *Exposure* (E), *Probability* (P), dan *Consequences* (C), sesuai dengan Persamaan (1). Pendekatan penilaian tiga parameter ini sejalan dengan yang digunakan Nurriwanti et al. (2023) pada pekerjaan *maintenance* sensor di area terbatas. Sebagai ilustrasi penerapannya, pada bahaya jatuh dari ketinggian saat menggunakan tangga diperoleh nilai *Exposure* sebesar 6, *Probability* sebesar 3, dan *Consequences* sebesar 15, sehingga nilai risiko menjadi 270, yang tergolong dalam kategori *High*. Hasil penilaian secara menyeluruh disajikan pada Tabel II.

Tabel II Perbandingan Initial Risk Assessment dan Residual Risk Assessment

Bahaya	Risiko Awal	Kategori Awal	Pengendalian/Perubahan Desain	Risiko Akhir	Kategori Akhir
Jatuh dari ketinggian saat menggunakan tangga	270	*High*	Penerapan *chute* dan air blaster	18	*Low*
Area sempit dengan suhu tinggi dan ventilasi kurang	126	Substantial	Ventilasi mekanis, pengaturan waktu kerja	9	*Low*
Paparan debu ketika material menyembur	135	Substantial	*Dust collector, enclosure, respirator*	9	*Low*
Konsentrasi debu melebihi Nilai Ambang Batas (NAB)	270	*High*	Optimalisasi *dust collector* dan *sealing*	10,5	*Low*
Material jatuh dari bagian atas silo	540	*Extreme*	*Dismantling aeration box, barricade, exclusion zone*	4,5	*Low*
Cedera akibat memukul atau mendorong material	108	Substantial	Alat bantu mekanis dan rotasi kerja	3	*Low*

Sumber: Data hasil pengamatan dan pengolahan penulis (2026).

 ISSN: 2830-0408

Data pada Tabel II menunjukkan bahwa risiko tertinggi pada kondisi awal berasal dari bahaya material jatuh dari bagian atas silo, dengan nilai sebesar 540 (*Extreme*). Temuan serupa dilaporkan Baharuddin et al. (2024) pada pekerjaan reparasi kapal, yang menunjukkan bahwa bahaya dengan tingkat keparahan tinggi cenderung mendapat nilai risiko awal tertinggi. Setelah dilakukan pengendalian, seluruh nilai risiko turun ke kategori Low, dengan penurunan paling signifikan pada risiko material jatuh (540 ke 4,5). Pola serupa juga ditemukan oleh Purbarani (2024) pada Departemen *Preventive Maintenance* PT Phapros Tbk., namun penelitian tersebut hanya melaporkan nilai risiko dalam bentuk persentase kategori (*high*, *Extreme*, dsb.) tanpa menyajikan angka *Residual Risk Assessment* pasca-implementasi pengendalian secara nyata di lapangan. Perbedaan ini menjadi salah satu nilai tambah penelitian ini, karena efektivitas pengendalian dapat ditunjukkan secara terukur melalui perbandingan nilai numerik sebelum dan sesudah perbaikan, bukan hanya diasumsikan berdasarkan rekomendasi.

4.4 Perbandingan Kondisi *Before* dan After

Perubahan desain yang telah ditunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2 secara langsung mengubah cara kerja dan tingkat paparan pekerja terhadap bahaya. Pada kondisi *before*, pekerja secara rutin terpapar pada beberapa bahaya sekaligus, sedangkan pada kondisi after, penggunaan *chute* dan air blaster mengurangi kebutuhan pekerjaan manual secara nyata. Temuan ini konsisten dengan hasil penelitian Anjani (2025) pada bengkel fabrikasi PT ABC serta Alfarozi dan Andesta (2023) pada CV Lancar Jaya, yang keduanya menunjukkan bahwa pengendalian pada tingkat teknik cenderung lebih efektif menurunkan risiko dibandingkan hanya mengandalkan APD. Meski demikian, pengendalian yang diusulkan Anjani (2025) sebagian besar masih berhenti pada tingkat administratif dan APD (perbaikan prosedur, pelatihan, kepatuhan penggunaan alat pelindung) tanpa disertai perubahan fisik pada peralatan, sedangkan Alfarozi dan Andesta (2023) serta Azzahra et al. (2022) pada PT Indo Java Rubber Planting Co. juga menetapkan pengendalian HIRARC namun tidak melaporkan nilai risiko akhir setelah pengendalian benar-benar diterapkan di lapangan. Penelitian ini melengkapi kesenjangan tersebut karena pengendalian yang diusulkan langsung diwujudkan dalam bentuk perubahan desain fisik yang nilai efektivitasnya dibuktikan melalui Tabel II, sehingga siklus JS risk assessment pengendalian teknik dapat ditunjukkan secara tertutup (*closed loop*), bukan sekadar rekomendasi di atas kertas.

4.5 Kesesuaian dengan Ketentuan K3

Risiko jatuh dari ketinggian, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel II, relevan dengan Permenaker Nomor 9 Tahun 2016 tentang K3 dalam Pekerjaan pada Ketinggian. Kondisi lingkungan kerja berupa suhu tinggi, ventilasi yang kurang memadai, serta paparan debu relevan dengan Permenaker Nomor 5 Tahun 2018 tentang K3 Lingkungan Kerja. Adapun proses identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan penentuan pengendalian secara menyeluruh relevan dengan PP Nomor 50 Tahun 2012 tentang SMK3. Pemilihan pengendalian pada tingkat teknik sejalan dengan kerangka konseptual yang diajukan Sudiarno dan Maharani (2024), yang menekankan bahwa investasi program K3 sebaiknya diarahkan pada tingkat pengendalian yang lebih tinggi efektivitasnya sebelum bergantung pada APD. Hal serupa tercermin dalam penelitian Febrian et al. (2023) pada bagian *maintenance workshop*, yang menunjukkan bahwa penerapan HIRADC bersama JSA dapat mengarahkan perusahaan memprioritaskan perbaikan sistem kerja. Namun, baik Sudiarno dan Maharani (2024), Febrian et al. (2023), maupun Purbarani (2024) dan Baharuddin et al. (2024) dilakukan pada objek yang berbeda (farmasi, workshop umum, dan reparasi kapal) dan belum secara spesifik menghubungkan masalah operasional produksi (seperti plug up pada industri semen) dengan keselamatan kerja sekaligus mengaitkannya secara eksplisit dengan tiga regulasi K3 nasional dalam satu pembahasan yang utuh. Penelitian ini mengisi kekosongan tersebut dengan mengintegrasikan aspek operasional, hasil JSA dan risk assessment, perubahan desain, serta kesesuaian regulasi K3 dalam satu kerangka analisis yang saling berkaitan.

4.6 Evaluasi Hasil

Berdasarkan keseluruhan hasil pada Tabel I dan Tabel II, seluruh bahaya yang teridentifikasi pada pekerjaan penanganan plug up Product HRC mengalami penurunan tingkat risiko dari rentang

 ISSN: 2830-0408

kategori *High* hingga *Extreme* menjadi kategori Low. Pola penurunan risiko yang konsisten setelah penerapan pengendalian teknik ini selaras dengan hasil yang dilaporkan Agustin dan Rodiah (2022) serta Azzahra et al. (2022) pada objek penelitian yang berbeda, sehingga memperkuat keyakinan bahwa metode JSA *risk assessment* dapat digeneralisasi pada berbagai jenis pekerjaan *maintenance* di industri manufaktur. Meskipun demikian, penurunan risiko menjadi kategori Low tidak berarti seluruh potensi bahaya telah hilang secara mutlak; debu, suhu tinggi, dan kondisi lingkungan kerja tetap memerlukan pemantauan berkala, sementara sistem *chute* dan air blaster perlu diperiksa rutin agar fungsinya tetap optimal dalam jangka panjang.

5. Kesimpulan

Penelitian ini menegaskan bahwa pendekatan *Job Safety Analysis* (JSA) yang dipadukan dengan Initial dan *Residual Risk Assessment* bukan sekadar alat identifikasi bahaya di atas kertas, melainkan dapat difungsikan sebagai siklus perbaikan yang tertutup (*closed-loop*) apabila hasil analisisnya ditindaklanjuti hingga tahap realisasi teknis. Hal ini dibuktikan melalui perubahan desain *blending silo*, di mana pembongkaran *aeration box* serta penerapan *chute* dan *air blaster* tidak hanya menjadi rekomendasi administratif, tetapi benar-benar mengubah cara kerja pekerja di lapangan sehingga penurunan risiko dapat diukur secara kuantitatif, bukan hanya diasumsikan.

Kontribusi utama penelitian ini terletak pada penempatan akar masalah secara tepat, yaitu pada keterbatasan desain peralatan, bukan pada faktor perilaku pekerja semata sebagaimana banyak ditekankan pada penelitian sejenis. Dengan demikian, pengendalian yang diarahkan pada rekayasa ulang sistem kerja terbukti memberikan dampak yang lebih signifikan dan berkelanjutan dibandingkan pengendalian yang hanya mengandalkan kepatuhan prosedural atau penggunaan Alat Pelindung Diri (APD). Selain itu, penelitian ini juga memperlihatkan bahwa integrasi antara aspek operasional produksi, hasil JSA, *risk assessment*, dan kesesuaian terhadap regulasi K3 nasional dapat disajikan dalam satu kerangka analisis yang saling melengkapi, sehingga hasil kajian K3 tidak berdiri terpisah dari tujuan kelancaran proses produksi perusahaan.

Meskipun hasil *Residual Risk Assessment* menunjukkan seluruh bahaya telah turun ke kategori *Low*, temuan ini tidak boleh dimaknai sebagai penghapusan risiko secara permanen. Efektivitas sistem *chute* dan *air blaster* sangat bergantung pada konsistensi pemeliharaan dan pengawasan operasional, sehingga tanpa pemantauan berkala, potensi bahaya seperti debu, suhu tinggi, dan kondisi lingkungan kerja berisiko kembali meningkat seiring waktu. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan evaluasi longitudinal terhadap kinerja sistem pengendalian ini dalam jangka panjang, termasuk mengukur tingkat keandalan (*reliability*) *chute* dan *air blaster* setelah periode operasional tertentu. Selain itu, penelitian lanjutan juga dapat diarahkan untuk mengembangkan indikator pemantauan risiko secara berkelanjutan (*continuous risk monitoring*) pada pekerjaan *maintenance* serupa di industri sejenis, serta memperluas cakupan analisis pada aspek ergonomi dan kesehatan kerja jangka panjang akibat paparan debu dan suhu tinggi yang, meskipun telah menurun, masih memerlukan perhatian berkelanjutan dari manajemen K3 perusahaan.

Pustaka

[1] M. H. Abituta and F. Yuamita, "Analisis risiko kesehatan dan keselamatan (K3) dengan metode Job Safety Analysis pada kegiatan penimbunan (disposal) PT X," *Cosmic Jurnal Teknik*, vol. 1, no. 3, pp. 115–123, 2023.

[2] D. Agustin and R. Rodiah, "Analisis bahaya perilaku tidak aman menggunakan metode JSA dan pengendalian risiko menggunakan metode HIRARC (studi kasus warehouse PT. Heinz ABC Indonesia)," *Rekayasa Industri dan Mesin (ReTIMS)*, vol. 3, no. 2, 2022, doi: 10.32897/retims.2022.3.2.1752.

[3] T. Alfarozi and D. Andesta, "Analisis bahaya kerja guna pencegahan kecelakaan kerja di CV Lancar Jaya menggunakan metode HIRARC," *Jurnal Serambi Engineering*, vol. 7, no. 1, pp. 4317–4326, 2023, doi: 10.32672/jse.v8i1.5005.

ISSN: 2830-0408

[4] [4] A. Andriani and A. Suwarno, "Analisis potensi bahaya dengan menggunakan metode Job Safety Analysis di bagian mold *maintenance* PT XYZ Plant Cikarang," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 3, no. 1, pp. 72–78, 2022, doi: 10.37366/JUTIN0301.7278.

[5] S. Anjani, "Analisis kesehatan dan keselamatan kerja (K3) menggunakan metode Job Safety Analysis (JSA) dan Hazard Identification, Risk Assessment & Risk Control (HIRARC) di bengkel fabrikasi PT ABC," *INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science*, vol. 8, no. 5, pp. 1541–1547, 2025.

[6] T. Arista, F. Fitriani, M. Fadillah, T. N. Farisni, and P. B. C. Siahaan, "Analysis of potential hazards in machine *maintenance* using the Job Safety Analysis (JSA) method: Case study PT XYZ," *HEARTY*, vol. 13, no. 5, pp. 1335–1352, 2025, doi: 10.32832/hearty.v13i5.20978.

[7] F. Azzahra, E. P. Nurlaili, and J. D. Ratisan, "Analisis risiko kerja menggunakan Job Safety Analysis (JSA) dengan pendekatan Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) di PT Indo Java Rubber Planting Co," *Jurnal Agrifoodtech*, vol. 1, no. 1, pp. 21–34, 2022, doi: 10.56444/agrifoodtech.v1i1.54.

[8] D. A. Aziz and R. Purwaningsih, "Analisis risiko kecelakaan kerja install engine pesawat pada area *maintenance* pesawat PT Garuda *Maintenance* Facility AeroAsia dengan menggunakan metode JSA," *Industrial Engineering Online Journal*, vol. 14, no. 4, 2025.

[9] B. Baharuddin, H. Rivai, A. H. Sitepu, and T. B. Purba, "Analisa resiko dengan Job Safety Analysis (JSA) pada pekerjaan reparasi kapal di PT. Afta Tehnik Mandiri Shipyard Makassar," *Jurnal Riset & Teknologi Terapan Kemaritiman*, 2024, doi: 10.25042/jrt2k.062023.01.

[10] R. Febrian, M. Nur, S. Suherman, H. Harpito, and M. I. Hamdy, "Analisa keselamatan dan kesehatan kerja menggunakan metode Hazard Identification Risk Assessment & Determining Control (HIRADC) dan Job Safety Analysis (JSA) pada bagian *maintenance* workshop di PT. XYZ," *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (JUTIN)*, vol. 6, no. 3, pp. 652–660, 2023, doi: 10.31004/jutin.v6i3.16453.

[11] D. Nainggolan, J. M. Is, F. F. Saputra, W. Wintah, and R. Rimonda, "Analysis of hazards potential for the work program at Department of Station *Maintenance* Sterilizer using the Job Safety Analysis (JSA) method," *An Idea Health Journal*, vol. 4, no. 3, pp. 174–184, 2024, doi: 10.53690/ihj.v4i03.354.

[12] N. S. S. Nurriwanti, Y. D. A. Wahyudiono, I. Paskarini, and A. P. S. Handayani, "Hazard identification and risk assessment of sensor *maintenance* work activity on the Suramadu Bridge steel box girder area," *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, vol. 12, no. 2, pp. 227–236, 2023, doi: 10.20473/ijosh.v12i2.2023.227-236.

[13] T. Purbarani, "Analisis risiko keselamatan dan kesehatan kerja menggunakan Job Safety Analysis (JSA) dengan pendekatan Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC): Studi kasus Departemen Preventive *Maintenance* , PT Phapros Tbk.," *Industrial Engineering Online Journal*, vol. 13, no. 4, 2024.

[14] D. A. Putri, A. Rosyada, D. M. Sari, and D. Islamiati, "Analisis risiko kesehatan lingkungan terhadap paparan debu pada pekerja pasir di Kota Palembang," *Jurnal Kesehatan Komunitas*, vol. 9, no. 3, pp. 485–493, 2023, doi: 10.25311/keskom.Vol9.Iss3.1428.

[15] Y. Setyaningsih, I. Wahyuni, B. Kurniawan, and Ekawati, "Kadar debu lingkungan kerja dan kapasitas kerja sebagai determinan penurunan kapasitas fungsi paru," *Jurnal*

 ISSN: 2830-0408

Kesehatan Lingkungan Indonesia, vol. 22, no. 2, pp. 214–220, 2023, doi: 10.14710/jkli.22.2.214-220.

[16] K. Y. Sinaga and Sriyanto, "Pengendalian risiko pada pemeliharaan jaringan dengan menggunakan pendekatan HIRARC dan JSA pada PT PLN (Persero) UP3 Semarang," *Industrial Engineering Online Journal*, vol. 14, no. 4, 2025.

[17] A. Sudiarno and N. P. Maharani, "A conceptual framework for analyzing occupational safety and health program investment: Hierarchy of controls-based approach," *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, vol. 13, no. 2, pp. 201–212, 2024, doi: 10.20473/ijosh.v13i2.2024.201-212.

[18] F. B. H. S. Waluyo, S. Darsono, and H. Hadiyanto, "Analisis keselamatan dan kesehatan kerja dengan metode Job Safety Analysis pada Proyek Pembangunan Bendungan Pamukkulu Makassar," *Jurnal Profesi Insinyur Indonesia*, vol. 1, no. 2, pp. 52–59, 2023, doi: 10.14710/jpii.2022.17260.

[19] D. Wardana, F. Firmansyah, W. T. Meiliya, G. R. Firdausa, R. R. N. Putri, A. W. R. Dinanty, and M. D. Khairansyah, "Implementasi keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada pekerjaan mesin CNC menggunakan metode JSA dan HIRARC," *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan*, vol. 10, no. 2, 2023.

[20] W. Yusriyyah, G. P. Artiani, and B. M. Siagian, "Identifikasi pelaksanaan kesehatan dan keselamatan kerja (K3) dengan metode Job Safety Analysis (JSA)," *Jurnal Teknik Sipil-Arsitektur*, vol. 23, no. 2, pp. 180–186, 2024, doi: 10.54564/jtsa.v23i2.18742.