

## Analisis Potensi Bahaya kerja dengan Metode JSA Dan HiRARC Di Area Produksi

**Moh. Aditya Putra<sup>1</sup>, Moh. Jufriyanto<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik  
Jl. Sumatra No. 101, GKB, Gresik, Jawa Timur, 61121.  
Email: [mohadityaputra04@gmail.com](mailto:mohadityaputra04@gmail.com), [jufriyanto@umg.ac.id](mailto:jufriyanto@umg.ac.id)

### ABSTRAK

K3 menjadi aspek krusial dalam industri kimia karena proses produksinya melibatkan paparan zat kimia berbahaya, suhu tinggi, serta pengoperasian mesin bertekanan. Pada bagian produksi PT PQR, tercatat 37 kasus kecelakaan kerja selama Januari-Juni 2025, meliputi terhirup uap kimia, iritasi kulit dan mata, terpeleset, terbentur peralatan, luka bakar ringan, dan gangguan muskuloskeletal. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi potensi bahaya, menilai risiko yang mungkin terjadi, serta merancang strategi pengendalian dengan mengombinasikan pendekatan *Job Safety Analysis* dan *HIRARC*. Data diperoleh melalui observasi lapangan, wawancara, dan dokumentasi perusahaan. Hasil penelitian menunjukkan adanya 6 tahapan proses kerja dengan total 9 potensi bahaya dan 19 risiko. Berdasarkan penilaian risiko, terdapat risiko ekstrem pada proses penerimaan bahan baku (terhirup uap kimia) dan proses reaksi-pemanasan (paparan panas), risiko tinggi pada proses penimbangan (gas/uap kimia), pencampuran (percikan cairan reaktif dan kebisingan), serta beberapa risiko sedang dan rendah pada aktivitas lainnya. Pengendalian risiko yang direkomendasikan meliputi penerapan rekayasa teknik seperti peningkatan ventilasi, isolasi panas, dan peredaman kebisingan, yang dipadukan dengan pengendalian administratif berupa SOP kerja aman, inspeksi area secara berkala, serta pelatihan K3 bagi pekerja. Pemakaian APD, seperti respirator, kacamata pelindung, sarung tangan kimia, penutup telinga, pakaian pelindung, dan sepatu anti-selip, juga ditekankan sebagai langkah tambahan untuk meminimalkan risiko yang masih ada. Penerapan kombinasi metode *HIRARC* dan *JSA* memungkinkan analisis risiko yang lebih rinci dan efektif, sehingga keselamatan kerja di area produksi PT PQR dapat ditingkatkan..

**Kata kunci:** Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Analisis Keselamatan Kerja (*Job Safety Analysis*), *HIRARC*, Sektor Industri Kimia, Risiko Kecelakaan Kerja.

### ABSTRACT

*Safety and Health in the Workplace is crucial in the chemical industry due to exposure to hazardous chemicals, high temperatures, and pressurized equipment. At PT PQR's production area, 37 workplace incidents were reported from January to June 2025, including chemical vapor inhalation, skin and eye irritation, slips, equipment collisions, minor burns, and musculoskeletal disorders. This study aims to identify potential hazards, evaluate associated risks, and develop control strategies using a combined Job Safety Analysis and HIRARC approach. Data were collected via field observations, interviews, and company records. The results identified six work stages, nine hazards, and nineteen risks. Extreme risks were found in raw material receiving (chemical vapor inhalation) and reaction-heating processes (heat exposure), high risks in weighing (gas/vapor exposure) and mixing (reactive liquid splashes and noise), and medium-to-low risks in other activities. Recommended controls include engineering measures (ventilation, heat isolation, noise reduction), administrative controls (SOPs, regular inspections, OSH training), and Personal Protective Equipment (PPE) such as respirators, goggles, chemical gloves, ear protection, protective clothing, and non-slip shoes. The integration of HIRARC and JSA provides a detailed, effective risk analysis, thereby improving workplace safety in PT PQR's production area.*

**Keywords:** Occupational Safety and Health (OSH), *Job Safety Analysis* (JSA), *HIRARC*, Chemical Industry, Workplace Risk, Risk Assessment, Personal Protective Equipment (PPE)

### Pendahuluan

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan elemen fundamental dalam industri kimia karena berfungsi melindungi tenaga kerja dari berbagai potensi bahaya sekaligus menjamin keberlangsungan proses produksi yang aman dan berkelanjutan[1]. Industri kimia dikenal sebagai salah satu sektor dengan tingkat risiko kecelakaan kerja yang tinggi, mengingat keterlibatannya dengan bahan kimia berbahaya, penggunaan peralatan

bersuhu maupun bertekanan tinggi, serta kompleksitas proses produksi. Insiden yang terjadi di lingkungan kerja dapat menimbulkan dampak signifikan, baik bagi pekerja maupun perusahaan[2]. Dampak tersebut tidak hanya berpengaruh terhadap kondisi fisik dan psikologis pekerja, tetapi juga berpotensi menurunkan produktivitas serta meningkatkan biaya operasional perusahaan.

PT PQR merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri kimia dengan produk utama Sodium Tripolyphosphate (STPP) yang dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan industri [4] Proses produksi STPP melibatkan beberapa tahapan kerja, meliputi penerimaan bahan baku, penimbangan, pencampuran, reaksi dan pemanasan, pendinginan, hingga penyimpanan produk akhir[5]. Setiap tahapan proses tersebut memiliki karakteristik potensi bahaya yang berbeda, seperti paparan bahan kimia, suhu tinggi, kebisingan, serta risiko mekanis yang bersumber dari peralatan produksi [6].

Berdasarkan catatan kecelakaan kerja di area produksi PT PQR pada periode Januari hingga Juni 2025, tercatat sebanyak 37 kasus kecelakaan kerja, yang terdiri atas 6 kasus iritasi kulit, 8 kasus iritasi mata, 6 kasus terhirup uap kimia, 9 kasus terpeleset, 5 kasus terbentur, dan 3 kasus cedera muskuloskeletal. Data tersebut menunjukkan bahwa potensi bahaya kimia dan fisik masih mendominasi, khususnya pada aktivitas yang berkaitan dengan penanganan bahan kimia serta area produksi dengan kondisi lantai yang licin. Kondisi ini mengindikasikan bahwa langkah pengendalian risiko yang telah diterapkan masih belum optimal dalam mencegah terjadinya kecelakaan kerja[7].

Sebagai upaya pengendalian, PT PQR telah menerapkan program K3 melalui kegiatan identifikasi bahaya dan penilaian risiko menggunakan metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) [8]. Namun demikian, penerapan metode HIRARC di area produksi masih bersifat umum dan belum mampu menjabarkan risiko secara rinci pada setiap langkah pekerjaan [9]. Meskipun sistem K3 telah diterapkan, tingginya angka kecelakaan kerja yang masih terjadi menunjukkan bahwa analisis risiko yang ada perlu diperdalam dan dilengkapi dengan pendekatan yang lebih detail [10]. Oleh sebab itu, dibutuhkan metode tambahan yang dapat menganalisis potensi bahaya secara lebih spesifik dan sistematis guna menutupi keterbatasan penerapan HIRARC yang masih bersifat makro[11]. Berbagai penelitian terdahulu telah mengkaji penerapan metode HIRARC maupun Job Safety Analysis (JSA) dalam identifikasi dan pengendalian risiko K3. Namun, sebagian besar penelitian tersebut masih menerapkan kedua metode secara terpisah dan parsial. Metode HIRARC umumnya difokuskan pada pemetaan risiko secara global pada tingkat area atau proses, sehingga belum mampu mengidentifikasi potensi bahaya secara mendalam pada setiap langkah aktivitas kerja. Di sisi lain, penggunaan JSA secara tunggal memang menghasilkan identifikasi bahaya yang lebih rinci, tetapi belum dilengkapi dengan sistem penilaian dan penentuan prioritas risiko yang terstruktur berdasarkan tingkat kemungkinan dan keparahan dampak. Hingga saat ini, penelitian yang mengintegrasikan metode JSA dan HIRARC secara sistematis pada industri kimia masih terbatas, khususnya pada proses produksi Sodium Tripolyphosphate (STPP) yang memiliki tingkat risiko kimia, fisik, dan termal yang kompleks. Kondisi tersebut menunjukkan adanya celah penelitian, yaitu belum tersedianya pendekatan analisis risiko yang mampu mengombinasikan detail operasional pekerjaan dengan penilaian risiko yang terukur dan terprioritaskan. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan integrasi metode JSA dan HIRARC, di mana JSA digunakan untuk mengidentifikasi bahaya pada setiap tahapan pekerjaan, sedangkan HIRARC berperan dalam menilai tingkat risiko serta menentukan prioritas pengendalian. Kontribusi penelitian ini terletak pada penyediaan kerangka analisis risiko K3 yang lebih komprehensif, aplikatif, dan kontekstual, sehingga dapat menjadi dasar yang lebih kuat dalam perumusan strategi pengendalian risiko kecelakaan kerja di area produksi PT PQR.

Job Safety Analysis (JSA) merupakan metode keselamatan kerja yang dilakukan dengan menguraikan suatu aktivitas ke dalam beberapa tahapan pekerjaan. Setiap tahapan tersebut kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi potensi bahaya serta menetapkan langkah pengendalian yang sesuai.

[12]. Pendekatan JSA dinilai mampu melengkapi dan memperjelas penerapan metode HIRARC, karena memberikan penilaian risiko yang lebih rinci pada setiap tahapan pekerjaan di tingkat operasional[13]. Dengan mengombinasikan metode HIRARC dan JSA, diharapkan dapat diperoleh gambaran potensi bahaya dan tingkat kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja yang lebih komprehensif, sekaligus menghasilkan rekomendasi pengendalian risiko yang lebih tepat sasaran di area produksi PT PQR[14].

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya secara rinci serta menilai risiko kecelakaan kerja di area produksi PT PQR dengan menggunakan pendekatan terpadu antara HIRARC dan JSA[15]. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar dalam penyusunan rekomendasi pengendalian risiko yang lebih efektif, guna meningkatkan penerapan K3 dan menurunkan angka kecelakaan kerja di lingkungan industri kimia [16].

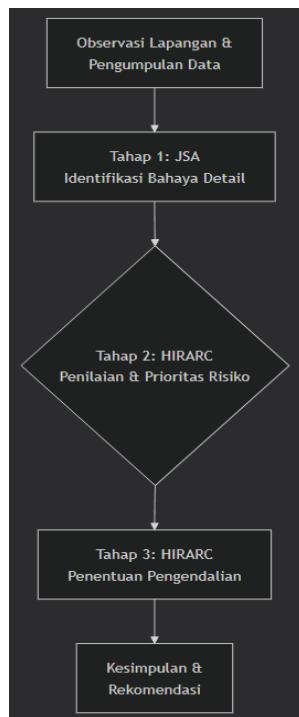
## Metode Penelitian

Penelitian ini menerapkan pendekatan deskriptif kuantitatif untuk mengidentifikasi potensi bahaya serta mengevaluasi tingkat risiko kecelakaan kerja di area produksi PT PQR. Pendekatan ini dipilih karena mampu menggambarkan kondisi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) secara sistematis serta memungkinkan

dilakukannya penilaian risiko yang bersifat terukur berdasarkan parameter yang telah ditentukan[17]. Penelitian dilaksanakan pada limi produksi PT PQR yang memiliki tingkat potensi risiko keselamatan kerja relatif tinggi. Ruang lingkup penelitian mencakup seluruh rangkaian proses produksi Sodium Tripolyphosphate (STPP), mulai dari penerimaan dan penanganan bahan baku, penimbangan, pencampuran, proses reaksi dan pemanasan, pendinginan, hingga tahap penyimpanan produk akhir.[18].

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui pengamatan langsung di area produksi, wawancara dengan enam orang operator produksi serta satu petugas K3, dan penelusuran dokumentasi kejadian kecelakaan kerja yang pernah terjadi. Sementara itu, data sekunder bersumber dari dokumen internal perusahaan, seperti laporan kecelakaan kerja, Prosedur Operasional Standar (SOP), dokumen penerapan K3, serta berbagai literatur yang membahas metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) dan Job Safety Analysis (JSA) [19].

Proses identifikasi potensi bahaya dalam penelitian ini dilaksanakan melalui dua tahapan utama yang saling terintegrasi, yaitu penerapan metode Job Safety Analysis (JSA) dan penilaian risiko menggunakan metode HIRARC. Secara keseluruhan, tahapan penelitian disusun secara sistematis sebagaimana ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses Penelitian

Tahap 1: Pada tahap ini, metode Job Safety Analysis (JSA) digunakan dengan cara menguraikan setiap aktivitas kerja menjadi langkah-langkah kerja yang lebih terperinci. Setiap langkah kerja kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi potensi bahaya yang mungkin timbul serta pengendalian awal yang telah diterapkan. Sebagai contoh, pada proses penimbangan bahan baku, aktivitas kerja diuraikan menjadi beberapa langkah, antara lain membuka kemasan, menuang bahan ke timbangan, dan mencatat berat bahan. Pada setiap langkah tersebut diidentifikasi potensi bahaya, seperti risiko tumpahan bahan, paparan uap kimia, serta postur kerja yang tidak ergonomis.

Tahap2: Penerapan HIRARC – Penilaian dan Prioritas Risiko. Potensi bahaya yang telah diidentifikasi melalui JSA selanjutnya dianalisis menggunakan metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC). Pada tahap ini, setiap risiko dinilai berdasarkan tingkat kemungkinan terjadinya (likelihood) dan tingkat keparahan dampaknya (consequence) dengan mengacu pada matriks risiko AS/NZS 4360:1999 (Tabel 1). Hasil penilaian tersebut dinyatakan dalam bentuk skor risiko, yang selanjutnya diklasifikasikan ke dalam kategori risiko rendah, sedang, tinggi, atau ekstrem sebagai dasar penentuan prioritas pengendalian risiko.

Tabel 1. Matrik Risiko Standards Australia / New Zealand, 4360: 1999

Likelihood	Consequence				
	Insignificant	Minor	Moderate	Major	Catastrophic
	1	2	3	4	5
Almost Certain	5	H	H	E	E
Likely	4	M	H	H	E

Possible	3	L	M	H	E	E
Unlikely	2	L	L	M	H	E
Rare	1	L	L	M	H	H

Sumber: Matrik Risiko Standards Australia / New Zealand, 4360: 1999

Untuk memudahkan interpretasi hasil penilaian risiko, skor risiko yang diperoleh dari hasil perkalian nilai likelihood dan consequence kemudian dikelompokkan ke dalam kategori tingkat risiko. Pengelompokan tingkat risiko dalam penelitian ini mengacu pada klasifikasi standar AS/NZS 4360:1999, yaitu skor 1–4 dikategorikan sebagai risiko rendah (Low), skor 5–9 sebagai risiko sedang (Medium), skor 10–16 sebagai risiko tinggi (High), dan skor  $\geq 17$  sebagai risiko ekstrem (Extreme). Klasifikasi ini digunakan sebagai dasar dalam penentuan prioritas pengendalian risiko pada setiap aktivitas kerja.

Keterangan:

E (*Extreme*) – Risiko Sangat Tinggi

Aktivitas harus dihentikan sementara hingga langkah pengendalian dapat menurunkan tingkat risikonya. Jika sumber daya saat ini terbukti tidak mencukupi untuk pengendalian yang efektif, disarankan untuk menghentikan kemajuan pekerjaan lebih lanjut.

H (*High*) – Risiko Tinggi

Pekerjaan mungkin perlu ditunda atau dilanjutkan hanya setelah risiko telah dikelola secara memadai. Alokasi sumber daya tambahan mungkin penting untuk mengurangi risiko-risiko ini. Jika bahaya terus berlanjut selama pekerjaan berlangsung, tindakan perbaikan yang cepat harus segera dilakukan.

M (*Medium*) – Risiko Sedang

Pengendalian tetap diperlukan untuk menurunkan risiko, namun harus mempertimbangkan biaya pencegahan yang dibutuhkan. Evaluasi berkala wajib dilakukan guna memastikan adanya perbaikan dalam jangka waktu tertentu.

L (*Low*) – Risiko Rendah

Risiko yang dikategorikan pada tingkat ini dianggap dapat diterima dan tidak memerlukan tindakan lebih lanjut. Meskipun demikian, pemantauan berkala tetap penting untuk memverifikasi efektivitas pengendalian yang ada. Menurut AS/NZS 4360, risiko mengacu pada probabilitas suatu kejadian yang dapat memengaruhi tujuan, dievaluasi melalui sudut pandang sebab dan akibat. Penilaian risiko didasarkan pada kemungkinan dan konsekuensi.[20]

Penetapan nilai Likelihood (L) dan Consequence (C) dalam penelitian ini tidak dilakukan secara subjektif, melainkan menggunakan pendekatan yang sistematis dengan mengintegrasikan data empiris, ketentuan operasional, serta proses validasi oleh pihak berkompeten. Penilaian likelihood ditentukan dengan mempertimbangkan frekuensi kejadian kecelakaan kerja, hasil pengamatan langsung di area produksi, serta data historis kecelakaan kerja PT PQR pada periode Januari–Juni 2025. Selain itu, penentuan nilai likelihood juga memperhitungkan tingkat paparan pekerja terhadap sumber bahaya, durasi pelaksanaan aktivitas kerja, serta efektivitas pengendalian yang telah diterapkan sebagaimana tercantum dalam Prosedur Operasional Standar (SOP) perusahaan.

Penilaian nilai consequence dilakukan berdasarkan tingkat keparahan dampak yang mungkin terjadi apabila suatu bahaya terealisasi. Penentuan tingkat dampak ini mengacu pada jenis cedera yang ditimbulkan, implikasi terhadap kesehatan pekerja, serta potensi gangguan terhadap kelangsungan proses produksi. Klasifikasi tingkat keparahan tersebut disesuaikan dengan kriteria konsekuensi yang tercantum dalam matriks risiko AS/NZS 4360:1999, yang mengelompokkan dampak mulai dari tingkat ringan hingga ekstrem.

Untuk meningkatkan objektivitas hasil penilaian, penentuan nilai likelihood dan consequence dilakukan melalui proses diskusi dan penilaian bersama (*expert judgment*) yang melibatkan petugas K3 PT PQR, operator yang berpengalaman, serta peneliti. Selanjutnya, hasil penilaian awal tersebut melalui tahapan validasi internal dengan cara membandingkan nilai risiko yang diperoleh terhadap data kejadian kecelakaan kerja serta kondisi aktual di lapangan. Pendekatan ini dilakukan untuk memastikan bahwa nilai risiko yang ditetapkan mencerminkan kondisi nyata serta meminimalkan potensi bias subjektif dalam proses penilaian.

Dengan demikian, penerapan metode HIRARC dalam penelitian ini didasarkan pada perpaduan antara data lapangan, dokumen internal perusahaan, standar penilaian risiko, serta validasi oleh ahli, sehingga hasil penilaian risiko yang diperoleh bersifat terukur, objektif, dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Berikut adalah tabel yang memuat skala tingkat kemungkinan:

**Tabel 2.** Skala Likelihood Standar AS/NZS 4360

Tingkat	Tingkat Likelihood	Keterangan
5	<i>Almost certain</i>	Kecelakaan terjadi sebulan sekali
4	<i>Likely</i>	Kecelakaan terjadi 2-10 bulan sekali
3	<i>Possible</i>	Kecelakaan dengan rentan 1-2 tahun sekali

2	<i>unlikely</i>	Kecelakaan terjadi dengan 0072 rentang waktu 2-5 tahun sekali
1	<i>Rare</i>	Kecelakaan terjadi dalam 5 tahun sekali

Sumber: Risk Management AS/NZS 4360

*Consequence* dari suatu risiko mengacu pada tingkat keparahan atau dampaknya dan diklasifikasikan ke dalam lima kategori berbeda: tidak signifikan, kecil, sedang, besar, dan bencana.

**Tabel 3.** Skala Ukur keparahan Secara Semi Kuantitatif

Tingkat	Kriteria	Keterangan
5	<i>Insignificant</i>	Tidak terjadi cedera, kerugian finansial kecil
4	<i>Minor</i>	P3K penanganan ditempat dan kerugian finansial sedang
3	<i>Moderate</i>	Memerlukan perawatan medis, penanganan di tempat dengan bantuan pihak luar, kerugian finansial besar
2	<i>Major</i>	kehilangan kemampuan produksi, penanganan luar area tanpa efek negatif, kerugian finansial besar
1	<i>Catastrophic</i>	Kematian, Keracunan hingga keluar area dengan gangguan finansial besar

Sumber: "Standards Australia / New Zealand Standart, 4360:1999 (2003)"

## Hasil dan Pembahasan

Data yang diperoleh dari area produksi PT PQR diolah dan dianalisis untuk mengidentifikasi potensi bahaya serta menilai tingkat risiko kecelakaan kerja. Proses analisis dilakukan melalui dua tahapan utama. Tahap pertama menggunakan metode Job Safety Analysis (JSA) untuk mengidentifikasi potensi bahaya pada setiap langkah aktivitas kerja, sedangkan tahap kedua dilakukan penilaian risiko melalui proses identifikasi bahaya, penentuan tingkat risiko, serta perumusan upaya pengendalian yang diperlukan. Hasil analisis tersebut digunakan sebagai dasar dalam penyusunan rekomendasi pengendalian risiko yang disesuaikan dengan prinsip dasar Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) [21]

### Hasil Observasi Lapangan

Hasil pengamatan langsung di area produksi PT PQR menunjukkan adanya beberapa kondisi yang berpotensi meningkatkan risiko kecelakaan kerja, antara lain tingkat kewaspadaan pekerja yang masih relatif rendah selama proses produksi, penataan area kerja yang kurang tertib, serta ketidakpatuhan sebagian pekerja dalam penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) secara lengkap dan sesuai ketentuan. Selain itu, paparan bahan kimia dan suhu tinggi pada beberapa tahapan proses produksi belum dikendalikan secara optimal.

Data kecelakaan kerja periode Januari–Juni 2025 menunjukkan bahwa jenis kecelakaan yang paling dominan meliputi gangguan pada mata dan kulit berupa iritasi, gangguan pernapasan akibat paparan debu dan uap kimia, serta insiden terpeleset. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa penerapan K3, khususnya terkait kepatuhan terhadap Prosedur Operasional Standar (SOP) dan penggunaan APD, masih perlu ditingkatkan secara konsisten.[22]

### Identifikasi Potensi Bahaya Menggunakan JSA

Proses produksi Sodium Tripolyphosphate (STPP) di PT PQR terdiri atas enam tahapan utama, yaitu penerimaan bahan baku, penimbangan, pencampuran, reaksi dan pemanasan, pendinginan, serta penyimpanan produk. Melalui penerapan metode JSA, setiap tahapan proses diuraikan ke dalam langkah-langkah kerja yang lebih spesifik guna mengidentifikasi potensi bahaya secara sistematis. Proses identifikasi dilakukan berdasarkan hasil observasi langsung di lapangan, wawancara dengan operator produksi dan petugas K3, serta penelaahan data kejadian kecelakaan kerja.

Hasil identifikasi JSA menunjukkan berbagai potensi bahaya yang meliputi paparan bahan kimia dalam bentuk cair, uap, dan debu; risiko luka bakar akibat paparan suhu tinggi; kebisingan yang dihasilkan oleh peralatan produksi; risiko fisik seperti terpeleset, terjatuh, dan terbentur; serta gangguan muskuloskeletal akibat postur kerja yang tidak ergonomis. Analisis JSA menghasilkan pemetaan bahaya yang rinci pada setiap langkah kerja, sehingga mempermudah penentuan tindakan pencegahan yang tepat dan spesifik [23].

### Penilaian Tingkat Risiko dengan Metode HIRARC

Seluruh potensi bahaya yang telah diidentifikasi melalui JSA selanjutnya dianalisis menggunakan metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC). Penilaian risiko dilakukan dengan mengombinasikan tingkat kemungkinan terjadinya bahaya dan tingkat keparahan dampaknya, dengan mengacu pada matriks risiko AS/NZS 4360:1999.

Hasil penilaian menunjukkan bahwa beberapa aktivitas kerja berada pada kategori risiko sedang hingga tinggi, terutama pada tahapan yang melibatkan penggunaan bahan kimia serta proses reaksi dan pemanasan. Tingginya tingkat risiko tersebut disebabkan oleh paparan zat berbahaya, kondisi suhu ekstrem, serta keterbatasan

pengendalian teknis yang tersedia di area kerja. Temuan ini menunjukkan perlunya penerapan pengendalian risiko yang lebih optimal dan berkelanjutan untuk menurunkan potensi kecelakaan kerja[24].

### Pembahasan dan Rekomendasi Pengendalian Risiko

Berdasarkan hasil analisis risiko, rekomendasi pengendalian disusun dengan mengacu pada hierarki pengendalian risiko, yang dimulai dari eliminasi bahaya sebagai prioritas utama, diikuti oleh substitusi, penerapan rekayasa teknis, pengendalian administratif, dan penggunaan APD sebagai upaya terakhir. Rekomendasi pengendalian yang diusulkan meliputi peningkatan pengendalian teknis melalui perbaikan sistem ventilasi, pemasangan isolasi panas, dan penerapan peredam kebisingan. Selain itu, pengendalian administratif dilakukan melalui penegakan SOP, pelaksanaan pelatihan K3 secara berkala, serta inspeksi keselamatan rutin. Penggunaan APD yang sesuai, seperti masker respirator, sarung tangan kimia, pelindung mata, sepatu anti-slip, dan pelindung telinga, juga direkomendasikan untuk meningkatkan perlindungan pekerja.

Penerapan rekomendasi pengendalian tersebut diharapkan mampu menurunkan tingkat risiko kecelakaan kerja, meningkatkan disiplin dan kesadaran pekerja terhadap K3, serta memperkuat budaya keselamatan kerja di lingkungan PT PQR[25].

**Tabel 4.** Identifikasi Potensi Bahaya dan Risiko pada Tiap Tahapan Aktivitas Kerja

Jenis Kegiatan	Langkah Kerja	Potensi Bahaya	Penyebab Bahaya	Risiko	Existing Control	Rekomendasi Awal
Receiving & Inspection	Membuka kemasan bahan kimia	Terhirup uap bahan kimia	Ventilasi kurang memadai	Gangguan pernapasan	Masker standar	Gunakan respirator & perbaikan ventilasi
	Pemeriksaan bahan	Paparan bahan kimia	Kontak langsung dengan bahan	Iritasi kulit, iritasi mata	Sarung tangan	Tambah goggles & SOP inspeksi
Weighing	Membuka kemasan bahan	Uap/gas bahan kimia	Proses terbuka saat penimbangan	Iritasi saluran pernapasan	Masker	Respirator & enclosure area timbang
	Menuang bahan ke timbangan	Tumpahan cairan	Teknik penuangan tidak aman	Lantai licin, terpeleset	Sepatu kerja	Spill tray & SOP penanganan tumpahan
Mixing	Penyesuaian berat	Kontak bahan kimia	Tumpahan kecil	Iritasi kulit	Sarung tangan	Sarung tangan kimia & pelatihan
	Memasukkan bahan ke mixer	Percikan cairan reaktif	Tekanan dan reaksi awal	Luka bakar kimia, iritasi kulit	Sarung tangan	Face shield & apron kimia
Reaction & Heating	Pengoperasian agitator	Kebisingan	Putaran mesin tinggi	Gangguan pendengaran	Tidak tersedia	Earplug/earmuff
	Pengoperasian reaktor	Paparan panas	Suhu reaktor tinggi	Luka bakar termal	Sarung tangan biasa	Sarung tangan tahan panas
Cooling & Filtration	Pemantauan proses	Uap panas	Reaksi kimia bersuhu tinggi	Gangguan pernapasan	Ventilasi umum	Local exhaust ventilation
	Proses pendinginan	Tumpahan air	Kebocoran sistem pendinginan	Terpeleset, memar	Tidak tersedia	Drainase & lantai anti-slip
Storage	Penyaringan produk	Postur kerja tidak ergonomis	Aktivitas statis berulang	Gangguan muskuloskeletal	Tidak tersedia	Pelatihan ergonomi
	Pemindahan palet	Terbentur palet	Area sempit	Cedera kepala	Helm proyek	Penataan ulang area
	Penataan palet	Tertimpa	Penumpukan	Gegar ringan	SOP	Batas tinggi

Jenis Kegiatan	Langkah Kerja	Potensi Bahaya	Penyebab Bahaya	Risiko	Existing Control	Rekomendasi Awal
		palet	tidak stabil		penyimpanan	palet & inspeksi

**Penilaian resiko (risk assessment)**

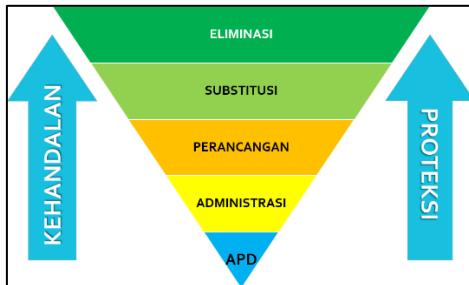
**Tabel 5.** Penentuan tingkat risiko dilakukan melalui matriks

Jenis Kegiatan	Identifikasi Bahaya	Risiko	L	C	Skor	Tingkat Risiko
Receiving & Inspection	Terhirup uap bahan kimia	Gangguan pernapasan	5	4	20	Ekstrem
		Iritasi kulit	3	3	9	Sedang
	Paparan bahan kimia	Iritasi mata	3	3	9	Sedang
		Gangguan pernapasan	3	3	9	Sedang
Weighing	Gas atau uap bahan kimia	Iritasi saluran pernapasan	4	3	12	Tinggi
		Lantai licin	3	2	6	Sedang
	Tumpahan cairan tak terduga	Iritasi kulit	2	2	4	Rendah
		Terpeleset	3	2	6	Sedang
Mixing	Percikan cairan reaktif	Luka bakar sedang	3	4	12	Tinggi
		Iritasi kulit	3	3	9	Sedang
	Kebisingan alat agitator	Gangguan pendengaran	4	3	12	Tinggi
		Luka bakar termal	4	5	20	Ekstrem
Reaction & Heating	Paparan panas dari reaktor	Gangguan pernapasan	4	3	12	Tinggi
		Terpeleset	3	2	6	Sedang
	Terpeleset karena tumpahan air	Memar	3	2	6	Sedang
		Gangguan muskuloskeletal	2	2	4	Rendah
Storage	Terbentur palet	Cedera kepala	3	3	9	Sedang
	Tertimpa palet	Gegar ringan	2	4	8	Sedang

Keterangan: L = Likelihood (Kemungkinan), C = Consequence (Keparahan), Skor =  $L \times C$

### Upaya pengendalian resiko (Risk Control)

Setelah pengenalan semua potensi bahaya dan penentuan tingkat risikonya selesai dilakukan, tahap berikutnya adalah menetapkan tindakan pengendaliannya. Pada fase ini, langkah-langkah pengendalian risiko mulai diterapkan. Risiko sendiri merupakan keterkaitan antara suatu kejadian dengan konsekuensi yang ditimbukannya, yang dapat menyebabkan cedera maupun gangguan kesehatan [11].



Gambar 2. Piramida Pengendalian Risiko

**Sumber:** <https://isoindonesiacenter.com/hierarki-pengendalian-bahaya-dalam-ohsas-180012007/>

Dalam penelitian ini, upaya pengendalian dilaksanakan secara bertahap dengan memprioritaskan risiko yang memiliki tingkat keparahan tertinggi, kemudian berlanjut secara berurutan hingga ke risiko dengan tingkat terendah.

**Tabel 6.** Hasil Penerapan Metode HIRARC dalam Pengendalian Risiko

Jenis Kegiatan	Identifikasi Bahaya	Tingkat Risiko	Rekomendasi Pengendalian
<i>Receiving &amp; Inspection</i>	Terhirup uap bahan kimia	Ekstrem	Teknis: Sistem ventilasi memadai. Administratif: SOP penerimaan dan inspeksi rutin. APD: Respirator, face shield, sarung tangan kimia, coverall, sepatu safety.
	Paparan bahan kimia	Sedang	Substitusi: Gunakan bahan toksisitas lebih rendah. Teknis: Safety shower & eyewash. APD: Sarung tangan kimia, apron PVC.
<i>Weighing</i>	Gas/uap bahan kimia	Tinggi	Teknis: Fume hood/ventilasi lokal. APD: Respirator cartridge A2. Administratif: Batasi akses petugas terlatih.
	Tumpahan cairan	Sedang	Teknis: Lantai anti-slip, spill tray. Administratif: Spill kit dan prosedur. APD: Sepatu anti-slip.
<i>Mixing</i>	Percikan cairan reaktif	Tinggi	Teknis: Splash shield. APD: Face shield, baju tahan kimia. Administratif: SOP pencampuran, pemeriksaan konsentrasi.
	Kebisingan agitator	Tinggi	Teknis: Peredam kebisingan. APD: Earplug/earmuff SNR >25 dB. Administratif: Rotasi kerja.

Jenis Kegiatan	Identifikasi Bahaya	Tingkat Risiko	Rekomendasi Pengendalian
<i>Reaction &amp; Heating</i>	Paparan panas	Ekstrem	Teknis: Isolasi panas, ventilasi ekstra. Administratif: LOTO, pemantauan suhu. APD: Sarung tangan tahan panas, face shield.
<i>Cooling &amp; Filtration</i>	Terpeleset	Sedang	Teknis: Drainase baik. Administratif: Rambu area basah, housekeeping. APD: Sepatu anti-slip.
<i>Storage</i>	Terbentur/titimpa palet	Sedang	Teknis: Penataan palet aman (maks 1,5 m), safety stopper. Administratif: Pisahkan jalur forklift, pelatihan penataan beban. APD: Helm safety, sepatu steel toe.

Setelah potensi bahaya diidentifikasi menggunakan Job Safety Analysis (JSA), setiap bahaya selanjutnya dianalisis melalui penilaian risiko menggunakan metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC). Penilaian risiko dilakukan dengan mempertimbangkan dua parameter utama, yaitu tingkat kemungkinan terjadinya (likelihood) dan tingkat keparahan dampak (severity), yang kemudian dipetakan ke dalam matriks risiko standar AS/NZS 4360:1999.

Hasil penilaian menunjukkan bahwa sejumlah aktivitas kerja berada pada kategori risiko sedang hingga ekstrem, dengan tingkat risiko tertinggi ditemukan pada tahapan penanganan bahan kimia serta proses reaksi dan pemanasan. Tingginya tingkat risiko pada tahapan tersebut dipengaruhi oleh kombinasi beberapa faktor dominan, antara lain paparan langsung bahan kimia berbahaya, suhu operasi yang tinggi, serta keterbatasan pengendalian teknis yang tersedia di area kerja. Selain itu, faktor manusia berupa ketidakpatuhan terhadap penggunaan APD dan faktor lingkungan kerja seperti kondisi lantai licin turut berkontribusi terhadap meningkatnya potensi kecelakaan kerja.

Temuan ini sejalan dengan data kecelakaan kerja PT PQR periode Januari–Juni 2025 yang menunjukkan dominasi kasus iritasi kulit dan mata, gangguan pernapasan, serta insiden terpeleset, yang sebagian besar terjadi pada aktivitas dengan tingkat risiko menengah hingga tinggi berdasarkan hasil JSA–HIRARC. Dengan demikian, tahapan penanganan bahan kimia dan proses reaksi–pemanasan dapat diidentifikasi sebagai tahapan paling kritis dalam proses produksi STPP.

Berdasarkan hasil analisis risiko tersebut, rekomendasi pengendalian disusun dengan mengacu pada hierarki pengendalian risiko, dimulai dari eliminasi bahaya sebagai prioritas utama, diikuti oleh substitusi, penerapan rekayasa teknis, pengendalian administratif, dan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) sebagai upaya terakhir. Penerapan pengendalian yang terintegrasi dan berkelanjutan diharapkan mampu menurunkan tingkat risiko kecelakaan kerja, meningkatkan disiplin kerja, serta memperkuat budaya Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di lingkungan PT PQR [22].

#### Analisis Keterkaitan Tingkat Risiko dan Strategi Pengendalian

Rekomendasi pengendalian pada Tabel 6 ditetapkan berdasarkan tingkat risiko awal yang diperoleh dari hasil penilaian HIRARC serta mengacu pada prinsip hierarki pengendalian risiko. Pada aktivitas dengan tingkat risiko ekstrem, seperti paparan uap bahan kimia dan paparan panas pada proses reaksi dan pemanasan, pengendalian difokuskan pada rekayasa teknis karena mampu menurunkan tingkat paparan secara langsung, sehingga berpengaruh signifikan terhadap penurunan nilai likelihood dan consequence. Penerapan sistem ventilasi, isolasi panas, dan pengamanan teknis diprioritaskan untuk menurunkan risiko ke tingkat yang lebih dapat diterima sebelum pekerjaan dilanjutkan.

Pada aktivitas dengan kategori risiko tinggi, seperti proses penimbangan dan pencampuran, pengendalian dilakukan melalui kombinasi rekayasa teknis dan pengendalian administratif. Pendekatan ini dipilih karena eliminasi dan substitusi sulit diterapkan tanpa mengganggu proses produksi, sementara pengendalian teknis dan administratif dinilai efektif dalam menurunkan frekuensi kejadian serta membatasi paparan bahaya. Penggunaan APD diterapkan sebagai pengendalian tambahan untuk mengendalikan risiko residu.

Sementara itu, pada aktivitas dengan tingkat risiko sedang, seperti tahapan pendinginan, filtrasi, dan penyimpanan, pengendalian difokuskan pada pengendalian administratif dan perbaikan tata kelola area kerja. Strategi ini dinilai memadai karena risiko yang ada masih berada dalam batas yang dapat dikendalikan melalui

peningkatan disiplin kerja, housekeeping, serta penataan area yang aman, dengan APD sebagai lapisan perlindungan terakhir.

Dengan demikian, prioritas implementasi pengendalian risiko ditetapkan berdasarkan tingkat risiko awal, dimulai dari aktivitas berisiko ekstrem, diikuti risiko tinggi, dan risiko sedang. Pendekatan ini memastikan bahwa sumber daya pengendalian difokuskan pada aktivitas yang memiliki potensi kecelakaan paling besar, sekaligus mencerminkan penerapan hierarki pengendalian risiko secara sistematis dan terukur.

## Simpulan

Berdasarkan hasil analisis risiko menggunakan metode Job Safety Analysis (JSA) dan Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC), dapat disimpulkan bahwa proses produksi Sodium Tripolyphosphate (STPP) di PT PQR terdiri atas enam tahapan kerja utama, yaitu penerimaan dan penanganan bahan baku, penimbangan, pencampuran, reaksi dan pemanasan, pendinginan, serta penyimpanan produk. Dari keseluruhan tahapan tersebut berhasil diidentifikasi sembilan potensi bahaya yang memunculkan sembilan belas jenis risiko kecelakaan kerja.

Hasil penilaian risiko menunjukkan bahwa tingkat risiko tersebut pada kategori rendah, sedang, tinggi, hingga ekstrem. Risiko dengan kategori tinggi hingga ekstrem terutama ditemukan pada tahapan penanganan bahan kimia serta proses reaksi dan pemanasan, yang melibatkan paparan langsung bahan kimia berbahaya dan suhu operasi tinggi. Tahapan tersebut ditetapkan sebagai risiko prioritas karena memiliki kombinasi nilai likelihood dan consequence yang tinggi serta berpotensi menimbulkan dampak serius terhadap keselamatan pekerja dan keberlangsungan proses produksi.

Sebagai tindak lanjut, rekomendasi pengendalian risiko disusun berdasarkan hierarki pengendalian risiko, dengan prioritas utama pada penerapan rekayasa teknis, seperti peningkatan sistem ventilasi, isolasi panas, dan perlindungan peralatan proses. Pengendalian administratif, termasuk penegakan Prosedur Operasional Standar (SOP), pelatihan K3, serta pembatasan akses kerja, diterapkan sebagai lapisan pengendalian berikutnya. Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) tetap diperlukan sebagai pengendalian terakhir untuk menurunkan risiko residu yang masih tersisa.

Dengan demikian, penelitian ini menegaskan bahwa penerapan JSA dan HIRARC secara terintegrasi mampu mengidentifikasi risiko prioritas secara sistematis serta menjadi dasar dalam perumusan strategi pengendalian risiko yang terarah. Implementasi rekomendasi pengendalian yang konsisten diharapkan dapat menurunkan tingkat risiko kecelakaan kerja dan memperkuat budaya Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di PT PQR.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. G. A. Budiadnyani, I. M. A. Nugraha, And P. N. Samanta, “Optimalisasi Penerapan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Pada Kegiatan Pengolahan Ikan Pindang Di Bali Optimizing The Implementation Of Occupational Safety And Health In Salted Fish Processing Activities In Bali,” Vol. 19, No. 2, 2025.
- [2] M. C. Hidayat *Et Al.*, “E -Issn : 2746-0835 Volume 2 No 4 ( 2021 ) Justi ( Jurnal Sistem Dan Teknik Industri ) Analisis Identifikasi Bahaya Kecelakaan Kerja Menggunakan Job Safety Analysis ( Jsa ) Dengan Pendekatan Hazard Identification , Risk Assessment And Risk Control ( Hirarc,” Vol. 2, No. 4, Pp. 557–571, 2021.
- [3] Muhammad Abdul Ghofur, Muhammad Akbar Fandy Maulana, Yogi Dwi Muriyanto, Widjaya Tjipta Winarta, And Denny Oktavina Radianto, “Kesadaran Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3): Kunci Keberhasilan Perusahaan Dalam Mengelola Risiko Dan Produktivitas,” *J. Educ. Innov. Public Heal.*, Vol. 2, No. 2, Pp. 116–133, 2024, Doi: 10.55606/Innovation.V2i2.2880.
- [4] A. Yulianti And S. F. Cahyani, “Prarancangan Pabrik Sodium Tripolyphosphate Dari Asam Fosfat Dan Natrium Karbonat Dengan Proses Polikondensasi Kapasitas 50.000 Tom/Tahun,” *J. Tugas Akhir Tek. Kim.*, Vol. 4, No. 2, Pp. 103–107, 2021.
- [5] N. N. Ismah, D. R. Hapsari, L. Amalia, And M. F. Kurniawan, “Proses Produksi ‘Gaga Otak-Otakku’ Ready To Eat Di Pt. Jakarana Tama, Ciawi-Bogor,” *Karimah Tauhid*, Vol. 3, No. 10, Pp. 11157–11166, 2024, Doi: 10.30997/Karimahtauhid.V3i10.15602.
- [6] Bella, “Identifikasi Potensi Bahaya Dan Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Pada Pabrik Tahu House Of Tofu,” Vol. 2, No. 4, Pp. 121–130, 2021.
- [7] Septiani Dwi Lestari, “Strategi Pengendalian Risiko Keselamatan Kerja Di Lantai Pproduksi Menggunakan Metode Hazard Identification, Risk Assesment, And Risk Control (Hirarc) Serta Fault Tree Analysis (Fta) (Studi Kasus: Pt. Sari Warna Asli Unit V Kudus),” 2025.
- [8] S. Kasus, P. Pt, P. Cakrawala, A. A. Gani, N. Rahdiana, And W. T. Sasmi, “Penerapan Metode Hazard Identification Risk Assessment And Risk Control ( Hirarc ) Sebagai Pengendalian Risiko Kecelakaan

- Kerja,” Vol. 4, No. 4, Pp. 1519–1527, 2025.
- [9] Maulida Nuzula Firdaus, “Analisis Potensi Bahaya Dengan Metode Hazard Identification, Risk Assessment And Risk Control (Hirarc) (Studi Kasus: Umkm Logam),” Vol. 2, No. 4, Pp. 31–41, 2023.
- [10] D. Candra, G. Lie, And M. R. S. Putra, “Analisis Penerapan Jaminan Keselamatan Dan Kesehatan (K3) Terhadap Kecelakaan Kerja Pada Pt Yatai Hadi Indonesia,” *Jerumi J. Educ. Relig. Humanit. Multidisciplinary*, Vol. 1, No. 2, Pp. 233–238, 2023, Doi: 10.57235/Jerumi.V1i2.1298.
- [11] S. P. Collins *Et Al.*, “Analisis Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Menggunakan Hiradc Dan Jsa (Studi Kasus : Pt Karyatama Komposit Karbon) Tugas,” Pp. 167–186, 2021.
- [12] M. A. Khusen And A. W. Rizqi, “Analisis Risiko Pengelasan Di Industri Kontruksi : Integrasi Metode Job Safety Analysis ( Jsa ) Dan Fault Tree Analysis ( Fta ) Untuk Pengembangan Sop Berbasis Risiko,” Vol. 4, No. 4, Pp. 1754–1759, 2025.
- [13] Dkk Dzulfian Syafrian, *Evaluasi Potensi Bahaya Dan Risiko Kecelakaan Kerja Dengan Metode Hazard Identification And Risk Assesment (Hira) & Job Safety Analysis (Jsa) (Studi Kasus: Area Boiler Pltu Rembang) Laporan*, Vol. 11, No. 1, 2025. [Online]. Available: [Http://Scioteca.Caf.Com/Bitstream/Handle/123456789/1091/Red2017-Eng-8ene.Pdf?Sequence=12&Isallowed=Y%0ahttp://Dx.Doi.Org/10.1016/J.Regsciurbeco.2008.06.005%0ahttps://Www.Researchgate.Net/Publication/305320484\\_Sistem\\_Pembetungan\\_Terpusat\\_Strategi\\_Melestari](Http://Scioteca.Caf.Com/Bitstream/Handle/123456789/1091/Red2017-Eng-8ene.Pdf?Sequence=12&Isallowed=Y%0ahttp://Dx.Doi.Org/10.1016/J.Regsciurbeco.2008.06.005%0ahttps://Www.Researchgate.Net/Publication/305320484_Sistem_Pembetungan_Terpusat_Strategi_Melestari)
- [14] R. Ramdani, J. Siahaan, And T. Setiawati, “Analisis Resiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Area Instalasi Pengolahan Air Limbah Menggunakan Metode Hirarc Di Pabrik Tekstil,” *Sist. J. Ilm. Nas. Bid. Ilmu Tek.*, Vol. 13, No. 1, Pp. 1–12, 2025, Doi: 10.53580/Sistemik.V13i1.135.
- [15] A. W. Muhammad And ..., “... Bahaya Dengan Menggunakan Metode Hazard Identification Risk Assesment And Risk Control (Hirarc) Pada Bagian Warehouse Pt ...,” ... *Eng. Online J.*, 2024, [Online]. Available: <Https://Ejournal3.Undip.Ac.Id/Index.Php/Iej/Article/View/48965%0ahttps://Ejournal3.Undip.Ac.Id/Index.Php/Iej/Article/Download/48965/33028>
- [16] T. L. Hakim, M. Y. Suriyani, A. Paramita, And W. Harliyanti, “Identifikasi Bahaya Dan Penilaian Risiko Untuk Mengendalikan Potensi Kecelakaan Kerja Di Laboratorium Klima Dasar Institut Teknologi Kalimantan (Itk),” *Sci. Phys. Educ. J. (Spej)*, Vol. 7, No. 1, Pp. 8–19, 2023, Doi: 10.31539/Spej.V7i1.8071.
- [17] A. N. Khayyirah *Et Al.*, “Penerapan Metode Hiradc Untuk Evaluasi Risiko Kecelakaan Kerja: Studi Kasus Di Divisi Operasional Sistem Pt Pqr,” 2025.
- [18] K. Et Al 2023, “Hazard Analysis Pada Mutu Produk Crab Stick Di Pt. X, Bogor, Jawa Barat Laporan,” Pp. 167–186, 2021.
- [19] N. A. Hermawan, Puji Isyanto, And Neni Sumarni, “Analisis Penerapan Program K3 Sebagai Upaya Pencapaian Zero Accident Di Pt X (Departemen Produksi),” *J. Publicuho*, Vol. 8, No. 2, Pp. 885–896, 2025, Doi: 10.35817/Publicuho.V8i2.727.
- [20] M. A. Bethoven, “Analisis Pengendalian Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Proyek Jalan Tol Solo-Jogja-Nyia Kulon Progo Dengan Metode Risk Assesment Berdasarkan As/Nzs 4360:2004,” *Univ. Islam Indones.*, Pp. 1–91, 2023, [Online]. Available: [Https://Dspace.Uii.Ac.Id/Bitstream/Handle/123456789/45192/Laporan\\_Ta\\_Muhamad\\_Aqila\\_Bethoven\\_19522340.Pdf?Sequence=1&Isallowed=Y](Https://Dspace.Uii.Ac.Id/Bitstream/Handle/123456789/45192/Laporan_Ta_Muhamad_Aqila_Bethoven_19522340.Pdf?Sequence=1&Isallowed=Y)
- [21] S. Septyan, “Usulan Rancangan Perbaikan Ruang Produksi Sarung Tenun Untuk Mengurangi Kebisingan Dan Temperatur Udara Dengan ...,” 2022, [Online]. Available: [Http://Repository.Unissula.Ac.Id/28049/%0ahttp://Repository.Unissula.Ac.Id/28049/1/Teknik\\_Industri\\_31601700080\\_Fullpdf.Pdf](Http://Repository.Unissula.Ac.Id/28049/%0ahttp://Repository.Unissula.Ac.Id/28049/1/Teknik_Industri_31601700080_Fullpdf.Pdf)
- [22] F. A. Mas’ud, “Identifikasi Risiko Kesehatan Dan Keselamatan Kerja (K3) Pada Pekerjaan Plesteran Dinding Luar Dengan Metode Hirarc (Hazard Identification Risk Assessment And Risk Control) (Studi Kasus : Proyek Pediatric Tower Rumah Sakit Jih - Yogyakarta),” 2025.
- [23] A. Asnawi, “Scripta Technica : Journal Of Engineering And Applied Technology Analisis Keselamatan Dan Kesehatan Kerja ( K3 ) Untuk Meminimalisir Potensi Bahaya Menggunakan Metode Job Safety Analysis ( Jsa ) Di Umkm Bleduk Jati,” Vol. 1, 2025.
- [24] “Doi: <Http://Dx.Doi.Org/10.33846/Sf16123> Risiko Bahaya Pada Pekerja Surveyor Dalam Proses Pengambilan Sampel Uji Lingkungan Berdasarkan Metode Hiradc (,” Vol. 16, No. 6, Pp. 106–112, 2025.
- [25] M. I. Anhar, *Analisis Potensi Risiko Kecelakaan Kerja Menggunakan (Jsa) Job Safety Analysis (Studi Kasus: Area Bottom Room Pt. Parkland World Indonesia Rembang.* 2023. [Online]. Available: <Https://Repository.Unissula.Ac.Id/29853/>