

Analysis of Work Accident Control in XYZ Laboratories [Analisis Pengendalian Kecelakaan Kerja Di Laboratorium XYZ]

Moch Reyhan Nabil¹⁾, Inggit Marodiyah²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: inggit@umsida.ac.id

Abstract. *The xyz laboratory has a high potential for occupational hazards due to the use of hazardous chemicals and physical activity in the process of making cylindrical concrete test specimens. Lack of risk control causes a high frequency of accidents, such as respiratory disorders, muscle injuries, and even lacerations. This study aims to determine the level of risk and formulate effective corrective measures in controlling the risk of occupational accidents in the xyz laboratory. The methods used are Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) and Fault Tree Analysis (FTA). Data were collected through observation and interviews with laboratory workers, then analyzed using a risk matrix and fault tree diagram. The results of the study indicate 16 occupational accident risks, consisting of 13 low-category risks, 1 medium-risk risk, and 2 high-risk risks. High risks include respiratory disorders when weighing cement and the concrete capping process, while medium risks include spinal cord disorders due to lifting concrete. Proposed risk control measures include the provision of PPE (respirator masks and back support belts), the application of ergonomic principles, improving work techniques, installing ventilation systems, and monitoring SOP compliance. The implementation of this control is expected to reduce the risk of work accidents and increase safety in the XYZ laboratory.*

Keywords - OHS, HIRARC, FTA, occupational risk, xyz laboratory

Abstrak. *Laboratorium xyz memiliki potensi bahaya kerja yang tinggi akibat penggunaan bahan kimia berbahaya dan aktivitas fisik dalam proses pembuatan benda uji beton silinder. Kurangnya pengendalian risiko menyebabkan tingginya kekerapan kecelakaan, seperti gangguan pernapasan, cedera otot, hingga luka gores. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan tingkat risiko serta merumuskan langkah-langkah perbaikan yang efektif dalam pengendalian risiko kecelakaan kerja di laboratorium xyz. Metode yang digunakan adalah Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) dan Fault Tree Analysis (FTA). Data dikumpulkan melalui observasi dan wawancara dengan pekerja laboratorium, kemudian dianalisis menggunakan matriks risiko dan diagram pohon kesalahan. Hasil penelitian menunjukkan adanya 16 risiko kecelakaan kerja, terdiri dari 13 risiko kategori rendah, 1 risiko sedang, dan 2 risiko tinggi. Risiko tinggi meliputi gangguan pernapasan saat menimbang semen dan proses capping beton, sedangkan risiko sedang berupa gangguan saraf tulang belakang akibat mengangkat beton. Usulan pengendalian risiko mencakup penyediaan APD (masker respirator dan sabuk penyangga punggung), penerapan prinsip ergonomi, perbaikan teknik kerja, pemasangan sistem ventilasi, serta pengawasan kepatuhan SOP. Penerapan pengendalian ini diharapkan mampu menurunkan risiko kecelakaan kerja dan meningkatkan keselamatan di laboratorium xyz.*

Kata Kunci - K3, HIRARC, FTA, risiko kerja, laboratorium Xyz

I. PENDAHULUAN

Laboratorium xyz tempat di mana berbagai pekerjaan penelitian dan pengembangan material konstruksi dilakukan, yang dapat menimbulkan bahaya kecelakaan pada penggunaan bahan kimia berbahaya dan eksperimen yang memerlukan presisi tinggi.

Proses riset di laboratorium xyz tidak terlepas dari potensi bahaya. Pengabaian terhadap bahaya-bahaya ini meningkatkan risiko kecelakaan kerja karena kelalaian dan kurangnya memperhatikan manajemen risiko. Pada tahun 2024 telah ditemukan 12 kali kecelakaan kerja dengan jumlah pekerja keseluruhan 9 dengan jenis kecelakaan kerja di antaranya adalah : jari tergores, menghirup rebusan belerang, tangan dan kaki tergores hingga terkilir. dimana dampak dari menghirup belerang bisa berakibat fatal yang dapat terpa par infeksi saluran pernafasan. namun pengendalian sementara kecelakaan kerja yang sering terjadi belum tersedia sehingga para karyawan abai mengenai kecelakaan kerja yang sering terjadi.

Manajemen Risiko adalah serangkaian kebijakan dan prosedur komprehensif yang dimiliki oleh sebuah organisasi untuk mengidentifikasi, mengelola, memantau, dan mengendalikan secara efektif paparan terhadap berbagai risiko yang dapat mempengaruhi pencapaian tujuan strategis [1]. Manajemen risiko adalah pendekatan yang sistematis dan terstruktur untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mengelola situasi yang berpotensi menyebabkan kerugian, baik

itu dalam bentuk finansial, reputasi, atau keselamatan [2]. Manajemen risiko dan perbaikan, keandalan penting dalam setiap melakukan pekerjaan dan manajemen, khususnya laboratorium [3]. Manajemen risiko dalam kesehatan dan keselamatan kerja dapat dilakukan menggunakan berbagai metodologi, dua di antaranya termasuk teknik Identifikasi Bahaya, Penilaian Risiko, dan Pengendalian Risiko (HIRARC) serta Analisis Pohon Kesalahan (FTA) [4].

Penelitian sebelumnya antara lain Wardhana, menggunakan metode HIRARC untuk mengidentifikasi bahaya pada workshop plant di area produksi A6 PT. XYZ Surabaya, hasil identifikasi bahaya ditemukan 3 bahaya dan 10 risiko. Penilaian risiko dilakukan dengan menggunakan kriteria kemungkinan dan konsekuensi sesuai sistem manajemen PT. XYZ, yang menghasilkan 3 risiko ekstrem yang dapat mengganggu pekerjaan [5]. Syarif didapatkan tingkat Hasil penelitian didasarkan pada penilaian risiko terkait dengan penerapan manajemen risiko (HIRARC) sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 50 Tahun 2012, dengan tingkat penerapan sebesar 50% dan kategori penerapan yang masih kurang baik. Di sisi lain, menggunakan pengukuran FTA, Nts selama tiga tahun menunjukkan bahwa Nts pada tahun 2019 adalah -800, dan pada tahun 2020 adalah -818. Ini berarti bahwa frekuensi kecelakaan menurun dari tahun 2019 ke tahun 2020 [6]. Namun, penelitian ini akan membedakan dengan fokus pada laboratorium xyz, dimana penelitian ini menrapkan dua metode HIRARC dan FTA secara bersamaan untuk analisis yang lebih komprehensif.

Dalam penelitian ini untuk menyelesaikan masalah yang terjadi peneliti menggunakan metode *Hazard Identification, Risk Assessment, And Risk Control* (HIRARC) dan *Fault Tree Analysis* (FTA). Metode *Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control* (HIRARC) adalah salah satu teknik yang digunakan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mengelola risiko, termasuk penerapan sistem manajemen yang digunakan untuk meninjau proses atau sistem secara sistematis. Di sisi lain, Analisis Pohon Kesalahan (FTA) adalah alat analitis yang secara visual (dalam hal gambar) menyajikan dan mengevaluasi jalur kegagalan dalam sistem, serta menyediakan mekanisme untuk menilai tingkat risiko dalam sistem [5].

Tujuan penelitian : 1. Mengidentifikasi bahaya dan menilai tingkat risiko pada proses pembuatan benda uji beton silinder di laboratorium xyz, 2. Menentukan cara pengendalian risiko yang efektif.

II. METODE

A. Waktu dan Tempat Penelitian

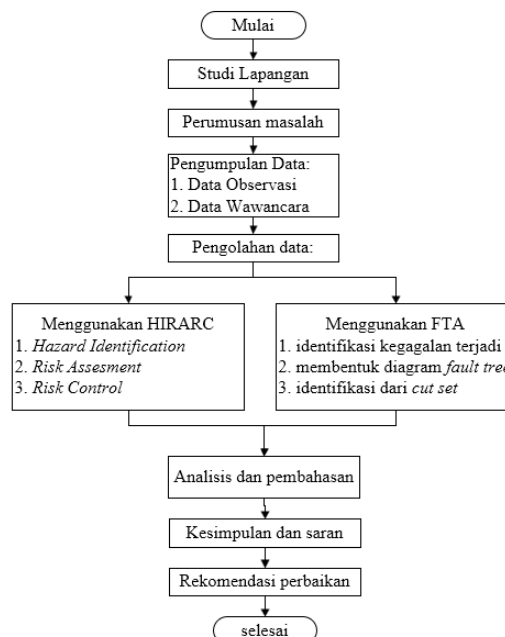
Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Xyz yang beralamatkan di Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Waktu penelitian yaitu dimulai dari Agustus 2024 hingga Januari 2025.

B. Pengambilan Data

Data primer yang digunakan dalam penelitian ini didapatkan dengan cara observasi serta wawancara secara langsung kepada informan seperti kepala seksi, kepala regu dan seluruh pekerja yang terlibat di Laboratorium xyz.

C. Alur Penelitian

Berikut ini adalah tahapan penelitian yang disajikan dalam bentuk flowchart diagram:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Langkah-langkah penelitian :

1. Penelitian ini dimulai memilih objek penelitian dari studi pendahuluan, berupa studi literatur dengan mekanisme mengumpulkan sumber referensi dari jurnal dan artikel yang relevan untuk masalah yang ingin diselesaikan.
2. Studi Lapangan, melakukan tindakan langsung dengan melihat kondisi lapangan untuk mengetahui permasalahan, wawancara terhadap pihak yang terlibat di Perusahaan yang bertujuan untuk memperoleh data akurat mengenai objek yang diteliti.
3. Perumusan Masalah, untuk memastikan pokok penelitian. Langkah ini dijalankan berdasarkan studi pendahuluan yang sudah dilaksanakan dan rumusan masalah yang ada di latar belakang Mengidentifikasi bahaya dan menilai tingkat risiko pada proses pembuatan benda uji beton silinder di laboratorium xyz, dan Menentukan cara pengendalian risiko yang efektif.
4. Pengumpulan Data, terdapat dua data yang akan digunakan yaitu data observasi secara langsung di laboratorium xyz, wawancara secara langsung kepada informan seperti kepala regu, analis lab dan seluruh pekerja yang terlibat di laboratorium xyz.
5. Pengolahan Data, dilakukan setelah mendapatkan data dengan menggunakan metode HIRARC untuk mengidentifikasi bahaya, penilaian risiko dan pengendalian risiko, serta metode FTA untuk mengetahui akar penyebab terjadinya risiko berdasarkan tingkat risiko yang paling tinggi.
6. Analisa dan Pembahasan, setelah melakukan pengolahan data akan dilakukan analisa dan pembahasan sehingga didapatkan usulan strategi pengendalian yang tepat dan efektif.
7. Kesimpulan dan Saran, dilakukan penarikan kesimpulan dan saran dari pengolahan data dan analisa yang sudah dilakukan.
8. Rekomendasi usulan perbaikan, untuk memberikan rekomendasi perbaikan pada manajemen laboratorium dari penelitian yang sudah dilakukan.

D. Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC)

Metode HIRARC merupakan prosedur terstruktur yang diberikan kepada karyawan dan pihak terkait untuk menyeraikan proses kerja, mencegah kesalahan komunikasi, dan menentukan pengendalian. Prosedur ini bertujuan melindungi kesehatan tenaga kerja, meningkatkan efisiensi, serta mencegah kecelakaan dan penyakit kerja [7]. Tahapan HIRARC meliputi:

1. Hazard Identification (Identifikasi Bahaya)

Proses untuk mengidentifikasi keberadaan bahaya di tempat kerja serta menentukan jenis, sifat, dan potensi risiko yang dapat ditimbulkan [7].

2. Risk assessment

Proses penilaian risiko dengan menghitung nilai risiko relatif, yang diperoleh dari perkalian antara nilai *likelihood* (kemungkinan terjadinya bahaya) dan nilai *severity* (tingkat keparahan akibat). Penilaian ini dilakukan setelah potensi bahaya diidentifikasi untuk menentukan tingkat risiko yang ditimbulkan. Penilaian risiko untuk mengevaluasi potensi risiko bagi karyawan dan memastikan keselamatan serta kesehatan karyawan selama bekerja [8].

Penilaian risiko mencakup:

a) Penilaian Tingkat kemungkinan kejadian (*likelihood*)

b) Penilaian tingkat keparahan kejadian (*consequence / severity*)

Tabel 1. Penilaian Matriks Risiko berdasarkan ISO 31000:2018

No	Konsekuensi Keparahan / <i>Consequence</i>		Kemungkinan / <i>Likelihood</i>				
			1	2	3	4	5
	Dampak Manusia	<i>Property Damage</i> (Rupiah)	Hampir Mustahil Terjadi	1 Kali Dalam 15 Tahun	1-2 Kali Terjadi Dalam 5 Tahun	1-2 Kali Terjadi Dalam Setahun	Sering Terjadi Dalam 1 Tahun
1	Cidera Pertolongan Pertama	Kerusakan Dan Gangguan Produksi < 1 Juta	1 Rendah	2 Rendah	3 Rendah	4 Sedang	5 Sedang
2	Cidera Memerlukan Perawatan Dokter	Kerusakan Dan / Atau Gangguan Produksi Ringan 1 Juta > 10 Juta	2 Rendah	4 Rendah	6 Sedang	8 Sedang	10 Tinggi
3	Cidera Kehilangan Fungsi Bagian Tubuh	Kerusakan Gangguan Produksi 10 Juta > 100 Juta	3 Rendah	6 Sedang	9 Sedang	12 Tinggi	15 Tinggi
4	Cidera Serius, Perawatan RS, Kehilangan Fungsi Bagian Tubuh	Kerusakan Atau Kerugian 100 Juta > 1 Milyar	4 Rendah	8 Sedang	12 Tinggi	16 Tinggi	20 Signifikan
5	Cacat Total, Meninggal	Kerusakan Atau Kerugian > 1 Milyar	5 Sedang	10 Tinggi	15 Tinggi	20 Signifikan	25 Signifikan

Sumber: [9].

Setelah menentukan penilaian Tingkat kemungkinan terjadi dan tingkat keparahan peristiwa, langkah selanjutnya adalah menentukan tingkat risiko menggunakan rumus:

$$Risk (R) = Likelihood (L) \times Severity (S) \dots \dots \dots \text{pers (1)}$$

Sumber: [8], [10], [11].

Tabel 2. Kriteria *Likelihood*

Level	Kriteria	Penjelasan
1	<i>Almost certain</i>	Terjadi hampir di semua keadaan
2	<i>Likely</i>	Sangat mungkin terjadi hamper di semua keadaan
3	<i>Possible</i>	Dapat terjadi sewaktu-waktu
4	<i>Unlikely</i>	Kemungkinan terjadi jarang
5	<i>Rare</i>	Hanya dapat terjadi pada keadaan tertentu

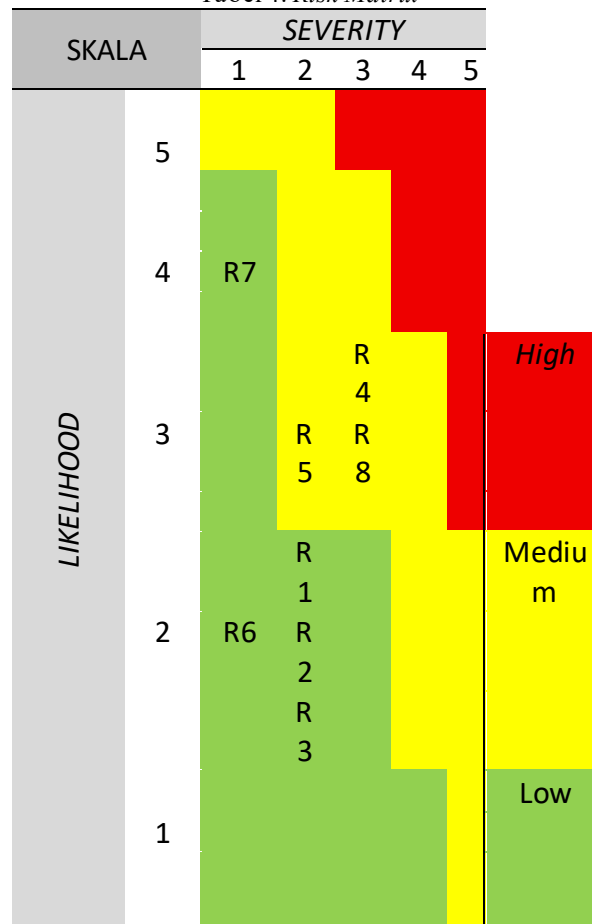
Sumber: [12].

Tabel 3. Kriteria *Severity*

Level	Kriteria	Penjelasan
1	<i>Neglible</i>	Tidak terjadi cedera, kerugian finansial.
2	<i>Minor</i>	P3K, Penanganan di tempat, dan kerugian finansial sedang dengan
3	<i>Moderate</i>	memerlukan perawatan medis, penanganan di tempat dengan bantuan pihak luar, kerugian finansial besar.
4	<i>Major</i>	Cedera berat, kehilangan kemampuan produksi, penanganan luar area tanpa efek negative, kerugian besar.
5	<i>Catatrophic</i>	Kematian, keracunan hingga ke luar area dengan efek gangguan, kerugian finansial besar.

Sumber: [12].

Tabel 4. *Risk Matrix*



Sumber: [12].

3. Risk control

proses dalam manajemen risiko untuk menentukan langkah-langkah pengendalian yang sesuai, menggunakan pendekatan hierarkis yang mencakup eliminasi, substitusi, pengendalian teknik, pengendalian administratif, dan penggunaan alat pelindung diri (APD) [7]


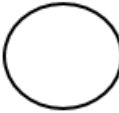

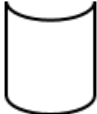
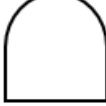
E. FTA (*Fault Tree Analysis*)

alat analisis yang menggambarkan kombinasi kesalahan yang dapat menyebabkan kegagalan sistem [13]. FTA menggunakan dua simbol utama, yaitu event dan gates, dengan tiga tipe event yaitu [13]:

1. *Primary Event* adalah tahap spesifik dalam proses penggunaan produk yang berpotensi mengalami kegagalan fungsi. Sebagai contoh, saat memasukkan kunci ke dalam gembok, kegagalan dapat terjadi jika kunci tidak pas atau tidak sesuai dengan mekanisme gembok. *Primary event* lebih lanjut dibagi menjadi tiga kategori yaitu [13]:
 - a. *Basic event*
 - b. *Undeveloped event*
 - c. *External Event*
2. *Intermediate Event* adalah kejadian yang dihasilkan dari kombinasi beberapa kesalahan, yang dapat mencakup *primary event*, dan biasanya ditempatkan pada tingkat tengah dalam struktur *fault tree* untuk menunjukkan hubungan sebab-akibat di antara kesalahan tersebut [13].
3. *Expanded Event* adalah kejadian yang memerlukan *fault tree* terpisah karena tingkat kompleksitasnya. Dalam *fault tree* baru, *expanded event* berfungsi sebagai *undesired event* dan ditempatkan pada puncak struktur *fault tree* [13].

Pembuatan *fault tree* memerlukan simbol-simbol untuk menunjukkan identitas event atau gates seperti yang ada pada Tabel 2 berikut:

Tabel 5. Simbol-Simbol *Fault Tree Analysis*

Simbol	Pengertian
	<i>Rectangle</i> menunjukkan kejadian pada level menengah (<i>intermediate fault event</i>) dalam pohon kesalahan
	<i>Circle</i> menunjukkan kejadian pada level paling bawah (<i>lowest level failure event</i>) atau disebut kejadian paling dasar (<i>basic event</i>)
	<i>Diamond</i> menunjukkan kejadian yang tidak terduga (<i>undeveloped event</i>). Kejadian-kejadian tak terduga dapat dilihat pada pohon kesalahan dan dianggap sebagai kejadian paling awal yang menyebabkan kerusakan
	<i>Or gate</i> . <i>Output event</i> terjadi jika paling tidak satu <i>input event</i> terjadi
	<i>And gate</i> . <i>Output event</i> terjadi jika semua <i>input event</i> terjadi secara bersamaan.

Sumber: [13].

Adapun langkah-langkah dalam menerapkan FTA sebagai berikut [14]:

1. Identifikasi Kegagalan (*Risiko*): Mengidentifikasi kegagalan yang terjadi dengan menggunakan data historis untuk menentukan jenis kegagalan dan penyebab utamanya [14].
2. Konstruksi Fault Tree: Membuat diagram *Fault Tree* yang menggambarkan hubungan sebab-akibat dari kegagalan yang telah diidentifikasi [14].
3. Identifikasi Minimal Cut Set: Menentukan kumpulan kejadian minimum (*basic events*) yang harus terjadi untuk memicu *top event* dalam diagram *Fault Tree* [14]

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hazard Identification (Identifikasi Bahaya)

Identifikasi bahaya dilakukan dengan cara observasi dan wawancara secara langsung kepada kepala regu, analis lab dan seluruh pekerja di laboratorium xyz untuk mengetahui bahaya apa saja yang dihadapinya setiap hari pada saat

melakukan proses pekerjaan Berikut ini merupakan rincian data proses, aktivitas dan tahapan pekerjaan, kemudian potensi bahaya, serta risiko bahaya yang sudah disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Tabel 6. Identifikasi Bahaya di Laboratorium Xyz

No	Aktivitas dan Tahapan Pekerjaan	Potensi Bahaya	Risiko Bahaya
1	Preparasi Material Agregat, Pasir, Semen, dan Air	a) Menahan torli dengan muatan berat b) Tertimpa troli karena jalan Curam c) Tidak fokus saat menurunkan material dari troli d) Menghirup semen pada saat menimbang	i. Tangan terkilir ii. Kaki Terjepit troli iii. Kaki tergores dan terjepit timba berisi material iv. Mengalami gangguan pernafasan
2	Proses pencampuran material ke dalam mesin mixer	a) Tidak fokus saat menuangkan material dari mini handstaker forklift manual b) Menghirup semen yang sedang dicampur dengan pasir dan air	i. Kaki tertimpa material ii. Gangguan pernafasan
3	Pengujian slump test	a) Tidak fokus memadatkan beton segar yang ada di dalam besi kerucut slump	i. Kaki tertusuk besi pematik
4	Penuangan material kedalam cetakan beton silinder	a) Mengambil material menggunakan centong es batu kristal dari dalam mesin mixer yang sedang berputar	i. Tangan tergores dan bisa kesleo
5	Pemadatan dan perataan permukaan beton silinder	a) Tidak fokus pada saat memadatkan beton segar yang didalam cetakan	i. Kaki tertusuk besi pematik
6	Melepas benda uji dari cetakan	a) Tertimpa cetakan beton	i. Kaki terjepit cetakan beton
7	Penyimpanan dalam rendaman	a) Tidak fokus saat mengangkat beton b) Tangan tergores beton saat mengangkut ke atas troli dan memasukkan ke dalam tempat rendaman	i. Kaki terjepit beton ii. Tangan tergores
8	Pengeringan dan pengukuran dimensi benda uji	a) Kecetit pada tulang belakang area bawah saat memindahkan beton	i. Saraf tulang tertekan
9	Proses caping alas dan permukaan beton	a) Menghirup serbuk belerang dan belerang cair b) Tangan tergores alat caping saat caping beton	i. Gangguan pernafasan ii. Tangan tergores
10	Pengujian kuat tekan	a) Pecahan beton khusus terlempar keluar dari alat kuat tekan	i. Cidera area tertentu

Berdasarkan tabel 6 identifikasi bahaya, dapat dianalisa bahwa masih banyak potensi bahaya yang dapat mencelakakan pekerja yang ada pada laboratorium Xyz. Terdapat analisa penyebab terjadinya potensi bahaya yang timbul baik dari segi manusia, cara kerja, dan lingkungan sekitarnya.

B. Risk Assessment (Penilaian Risiko)

Pada tahap selanjutnya yaitu melakukan penilaian risiko menggunakan tabel skala tingkat risiko. Penilaian risiko didapatkan dengan cara melakukan wawancara secara langsung terhadap risiko yang sudah diidentifikasi pada seluruh pekerja bagian laboratorium xyz. Perhitungan penilaian tingkat risiko dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 7. Identifikasi Bahaya di Laboratorium Xyz

No	Aktivitas dan tahapan pekerjaan	Identifikasi bahaya		Penilaian risiko			
		Potensi bahaya	Risiko bahaya	Likelihood	Severity	Risk score	Risk level
1a	Preparasi material agregat,	Menahan troli dengan muatan berat	Tangan terkilir	1	1	1	Rendah

1b	pasir, semen, dan air	Tertimpa troli karena jalan curam	Kaki terjepit troli	1	2	2	Rendah
1c		Tidak fokus saat menurunkan material dari troli	Kaki tergores dan terjepit timba berisi material	2	2	4	Rendah
1d		Menghirup semen pada saat menimbang	Mengalami gangguan pernafasan	5	2	10	Tinggi
2a	Proses pencampuran material ke dalam mesin mixer	Tidak fokus saat menuangkan material dari mini mini handstaker forklift manual	Kaki tertimpa material	2	2	4	Rendah
2b		Menghirup semen yang sedang dicampur dengan pasir dan air	Gangguan pernafasan	1	1	1	Rendah
3	Pengujian slump test	Tidak fokus memadatkan beton segar yang ada di dalam besi kerucut slump	Kaki tertusuk besi pemat	2	2	4	Rendah
4	Penuangan material ke dalam cetakan beton silinder	Mengambil material menggunakan centong es batu kristal dari dalam mesin mixer yang sedang berputar	Tangan tergores dan bisa kesleo	5	1	5	Rendah
5	Pemadatan dan perataan permukaan beton silinder	Tidak fokus pada saat memadatkan beton segar yang didalam cetakan	Kaki tertusuk besi pemat	2	2	4	Rendah
6	Melepas benda uji dari cetakan	Tertimpa cetakan beton	Kaki terjepit cetakan beton	1	1	1	Rendah
7a	Penyimpanan dalam rendaman	Tidak fokus saat mengangkat beton	Kaki terjepit beton	1	4	4	Rendah
7b		Tangan tergores beton saat mengangkat ke atas troli dan memasukkan ke dalam tempat rendaman	Tangan tergores	1	4	4	Rendah
8	Pengeringan dan pengukuran dimensi benda uji	Kecetit pada tulang belakang area bawah saat memindahkan beton	Saraf tulang tertekan	3	2	6	Sedang
9	Proses caping alas dan permukaan beton	Menghirup serbuk belerang dan belerang cair	Gangguan pernafasan	5	3	15	Tinggi
		Tangan tergores alat caping saat caping beton	Tangan tergores	1	4	4	Rendah
10	Pengujian kuat tekan	Pecahan beton khusus terlempar keluar dari alat kuat tekan	Cidera area tertentu	1	4	4	Rendah

Berdasarkan tabel 4 penilaian risiko, didapatkan hasil analisa bahwa terdapat 3 risiko bahaya yang tergolong sedang, tinggi berwarna orange dengan *risk score* 10 dapat diartikan sering terjadi dalam kurun waktu 1 tahun dan cidera membutuhkan perawatan dokter serta tinggi berwarna merah dengan *risk score* 15 dapat diartikan sering terjadi dalam kurun waktu 1 tahun dan berpotensi cidera sampai kehilangan fungsi anggota tubuh, yaitu: (1) Pekerja mengalami gangguan pernafasan, (2) Saraf tulang tertekan. Sehingga diharapkan pada kedua jenis risiko bahaya yang memiliki nilai paling tinggi menjadi perhatian lebih atau prioritas untuk dilakukan pengendalian risiko agar dapat diminimalisir terjadinya risiko bahaya yang timbul di laboratorium Xyz PT. Xyz.

C. Risk Control (Pengendalian Risiko)

Langkah terakhir metode HIRARC yaitu proses pengendalian risiko bahaya. Pada tahap pengendalian risiko bahaya merupakan tahap pengurangan dan menghindari risiko yang terjadi pada setiap aktivitas dan tahapan pekerjaan yang terjadi pada Laboratorium xyz. Pengendalian risiko didapatkan dari hasil diskusi dengan Kepala regu dan Staff analis laboratorium xyz serta sumber referensi dari penelitian terdahulu terkait pengendalian pada laboratorium yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 7. Pengendalian Risiko di Laboratorium Xyz

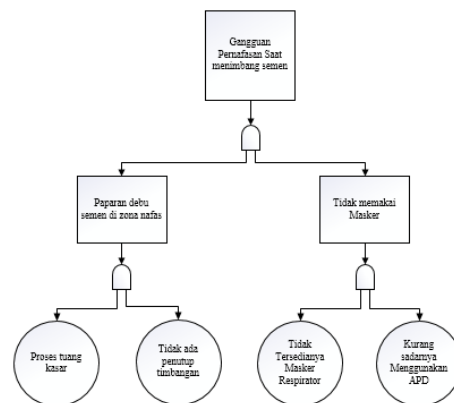
No	Aktivitas dan Tahapan Pekerjaan	Potensi Bahaya	Risiko Bahaya	L	S	Risk score	Risk Level	Pengendalian Risiko
1d	Preparasi Material Agregat, Pasir, Semen, dan Air	Menghirup Semen Pada Saat Menimbang	Mengalami Gangguan Pernafasan	2	2	4	Rendah	<ul style="list-style-type: none"> Rekayasa Teknik: Pasang sistem ventilasi atau exhaust untuk mengurangi debu di area kerja. Administrasi: Berikan pelatihan penggunaan alat timbangan dengan benar dan pengendalian risiko debu. APD: Gunakan masker respirator yang sesuai dan perlindungan mata.
8	pengeringan dan pengukuran dimensi benda uji	Kecetit Pada Tulang Belakang Area Bawah Saat Memindahkan Beton	Saraf Tulang Tertekan	2	2	4	Rendah	<ul style="list-style-type: none"> Administrasi Berikan pelatihan ergonomi kepada pekerja seperti Terapkan postur ergonomis saat mengangkat benda uji. APD: Gunakan sabuk penyangga tulang belakang (back support belt).
9a	proses caping alas dan permukaan beton	Menghirup Serbuk Belerang Dan Belerang Cair	Gangguan Pernafasan	2	3	6	Sedang	<ul style="list-style-type: none"> Rekayasa Teknik: pemasangan exhaust fan atau alat penghisap debu. Administrasi: Berikan pelatihan dan prosedur keselamatan terkait penanganan bahan berbahaya. APD: Gunakan masker respirator sesuai standar APD.

Berdasarkan tabel 5 pengendalian risiko bahaya, didapatkan hasil analisa bahwa pada proses preparasi material agregat, pasir semen dan air no 1d memiliki potensi bahaya yaitu, pekerja mengalami gangguan pernafasan, pada proses menimbang semen, selanjutnya pada proses pengeringan dan pengukuran dimensi benda uji memiliki potensi bahaya yaitu, saraf tulang tertekan, dan pada proses caping alas dan permukaan beton memiliki potensi bahaya yaitu, gangguan pernafasan dari serbuk belerang hingga belerang cair.

Dilakukan perbaikan pada proses preparasi material agregat, pasir semen dan air no 1d menggunakan APD seperti masker respirator 3M, memberikan pelatihan pengendalian risiko debu, perbaikan pada proses pengeringan dan pengukuran benda uji memberikan pelatihan ergonomi kepada pekerja dan menggunakan sabuk penyangga bagian tulang belakang (*back support belt*), dan perbaikan pada proses caping alas permukaan beton dan memasang *exhaust fan*, memberikan pelatihan penanganan bahan berbahaya.

D. Fault Tree Analysis (Analisa Pohon Kesalahan)

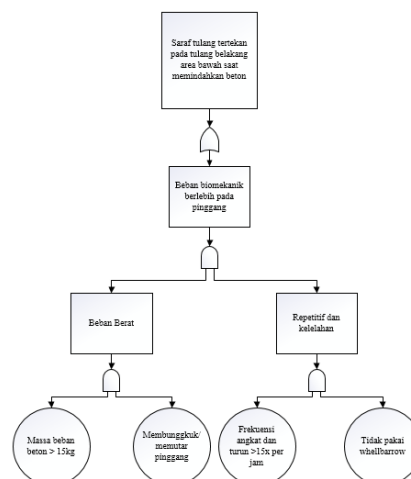
Berdasarkan tabel penilaian risiko, diketahui bahwa terdapat 3 potensi risiko yang memiliki nilai sedang dan tinggi yang memerlukan tahap analisis lebih lanjut untuk mengetahui faktor-faktor penyebab terjadinya risiko tersebut. Ketiga risiko tersebut yaitu: 1). Pekerja mengalami gangguan pernafasan. 2). Saraf tulang tertekan. Sehingga perlu dilakukan pembuatan diagram pohon kesalahan dan dianalisa. Pertama, dilakukan penyusunan FTA pada risiko pekerja mengalami gangguan pernafasan sebagai berikut:



Gambar 1. *Fault Tree Analysis* Gangguan Pernafasan saat Menimbang Semen

Berdasarkan gambar 1 didapatkan analisa bahwa risiko gangguan pernafasan saat menimbang semen diakibatkan dari proses tuang kasar, tidak ada penutup timbangan, tidak tersedianya masker respirator, dan kurang sadarnya menggunakan APD.

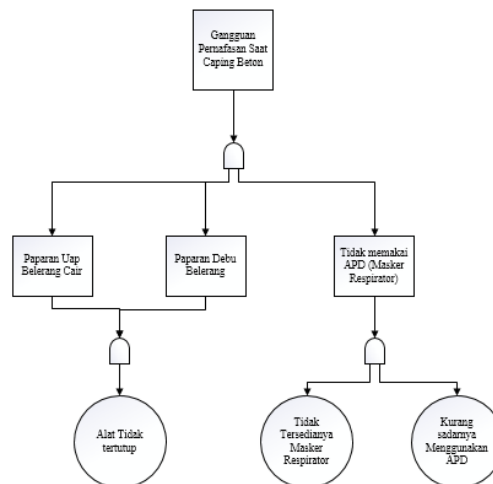
Sehingga usulan perbaikan untuk mengatasi empat penyebab terjadinya risiko tersebut adalah dengan cara memastikan menyediakan masker respirator dan mewajibkan pekerja untuk memahami pentingnya menggunakan APD (masker). Kedua, penyusunan FTA pada risiko saraf tulang tertekan pada tulang belakang bawah saat memindahkan beton sebagai berikut:



Gambar 2. *Fault Tree Analysis* Saraf Tulang Tertekan pada Tulang Belakang Bawah saat Memindahkan Beton.

Berdasarkan gambar 2 didapatkan analisa bahwa risiko saraf tulang tertekan pada tulang belakang bawah saat memindahkan beton diakibatkan dari proses massa beban beton lebih dari 15kg, membungkuk atau memutar pinggang, frekuensi angkat dan turun melebihi 15 kali dalam satu jam, tidak pakai *wheelbarrow*.

Sehingga usulan perbaikan untuk mengatasi empat penyebab terjadinya risiko tersebut adalah dengan cara mewajibkan pekerja untuk memahami pentingnya posisi ergonomis dalam melakukan pengangkutan beton dan mengurangi frekuensi angkat dan turun beton serta disediakannya *wheelbarrow* supaya jarak angkatnya tidak terlalu tinggi dari mesin uji kuat tekan. Ketiga, penyusunan FTA pada risiko gangguan pernafasan saat caping beton sebagai berikut:



Gambar 3. *Fault Tree Analysis* Gangguan Pematangan saat Capping Beton

Berdasarkan gambar 3 didapatkan analisa bahwa risiko gangguan pematangan saat capping beton diakibatkan dari alat capping beton tidak tertutup, tidak tersedianya masker respirator, kurang sadarnya menggunakan APD. Sehingga usulan perbaikan untuk mengatasi tiga penyebab terjadinya risiko tersebut adalah dengan cara memastikan menyediakan masker respirator dan mewajibkan pekerja untuk memahami pentingnya menggunakan APD (masker).

VII. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan, diketahui bahwa proses pekerjaan di Laboratorium XYZ memiliki 16 risiko kecelakaan kerja, terdiri dari 15 risiko kategori rendah (low), dan 1 risiko kategori sedang (moderate). Satu risiko dengan nilai tertinggi adalah gangguan pematangan saat proses capping beton (*risk score* 6, kategori sedang). Satu risiko ini diprioritaskan karena memiliki nilai *risk score* tertinggi sehingga memerlukan rekomendasi perbaikan. Upaya pengendalian risiko yang perlu diterapkan di Laboratorium XYZ PT. XYZ meliputi: (1) pemasangan exhaust fan atau alat penghisap debu, (2) penyediaan stok APD berupa masker respirator secara berkelanjutan, (3) kewajiban pemahaman dan penerapan ergonomi kerja, serta (4) peningkatan pengawasan dan penegakan kepatuhan terhadap SOP kerja, terutama pada pekerjaan berisiko tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada UMSIDA dan laboratorium xyz yang telah memberikan kesempatan dalam melaksanakan penelitian. Terima kasih kepada semua pihak yang senantiasa terlibat dalam penelitian ini. Terimakasih kepada Ibu Inggit Marodiyah, ST., MT. selaku dosen pembimbing. Serta kami ucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi sehingga artikel ini dapat diselesaikan dengan baik.

REFERENSI

- [1] Radiansyah A et al., MANAJEMENRISIKO PERUSAHAAN(Teori & Studi Kasus), 1st ed. Jambi: PT. Sonpedia Publishing Indonesia, 2023.
- [2] S. Y. Anita et al., manajemen risiko, 1st ed. Padang: PT GLOBAL EKSEKUTIF TEKNOLOGI, 2023.
- [3] I. Marodiyah, A. S. Cahyana, and I. R. Nurmalasari, "RISK MITIGATION IN SUGARCANE PLANTING USING FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS METHOD," *Int. J. Multidisciplinary*, vol. 1, pp. 102–107, 2024, doi: <https://doi.org/10.61796/ijmi.v1i1.79>.
- [4] N. M. Hanapi, N. Hannani, A. Latif, J. A. Zaki, M. Mawardi, and M. Kamal, "Integrating HIRARC and Fault Tree Analysis (FTA) for Comprehensive Work Health and Safety Assessment in a Wood Industry Workshop," *Semarak Int. J. Public Heal. Prim. Care*, vol. 1, no. 1, pp. 1–15, 2024, doi: 10.37934/sijphpc.1.1.115.
- [5] R. Wardhana and Lukmandono, "Design Cost Control in Risk Management with the Expected Money Value (Emv) and Hirarc Method at Pt Xyz Jawa Timur Surabaya," *PROZIMA (Productivity, Optim. Manuf. Syst. Eng., vol. 4, no. 1, pp. 12–22, Mar. 2021, doi: 10.21070/prozima.v4i1.1276*.

- [6] A. A. Syarif, U. N. Harahap, S. J. Sinaga, and M. Z. Siregar, "ANALISIS SISTEM KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA DI PT SUMBER SAWIT MAKMUR DENGAN METODE HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT AND RISK CONTROL (HIRARC) DAN FAULT TREE ANALYSIS (FTA)," *J. Al Ulum LPPM Univ. Al Washliyah Medan*, vol. 11, no. 1, pp. 7–15, 2023, doi: 10.47662/alulum.v11i1.432.
- [7] Parawansyah C P, Widaningrum S, and Salma S A, "Analisis Risiko Keselamatan Kerja Pada Tahap Persiapan Pembuatan Pressure Vessel Memakai Metode Hirarc (Hazard Identification, Risk Assessment And Risk Control) Dan Fta (Fault Tree Analisis) (Studi Masalah : Pt. Xyz)," *e-Proceeding Eng.*, vol. 11, no. 3, pp. 2207–2216, 2024.
- [8] C. W. Pamungkas, L. A. Novita, L. N. Khoirunnisa, M. P. Amalia, and D. O. Radianto, "ANALISIS RISIKO MESIN BUBUT DI POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA MENGGUNAKAN METODE HIRARC," *J. Sains Student Res.*, vol. 2, no. 3, pp. 331–342, 2024, doi: DOI:https://doi.org/10.61722/jssr.v2i3.1393.
- [9] 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, Dec. 2023, doi: 10.31539/spej.v7i1.8071.
- [10] Guidelines for hazard identification, risk assessment and risk control (HIRARC). Department of Occupational Safety and Health Ministry of Human Resources Malaysia, 2008.
- [11] M. Rahmadaniel Yasmi, E. Amrullah, and R. Rian Zeva, "IMPLEMENTASI METODE HIRA DAN HAZOP UNTUK MEMINIMALISIR POTENSI BAHAYA KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA PADA INDUSTRI FURNITUR," 2024.
- [12] K. R. Surya, Nabila Lutfhfiyansary Ririh, "Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode HIRARC dan Diagram Fishbone pada Lantai Produksi PT DRA Component Persada," *Go-Integratif J. Tek. Sist. dan Ind.*, vol. 2, no. 2, pp. 135–152, 2021, doi: 10.35261/gijtsi.v2i2.5658.
- [13] N. H. Fatma and D. E. M. Putra, "Usulan Perbaikan Pada Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Di PT. Surya Toto Indonesia Tbk Divisi Sanitary Dengan Metode HIRA Dan FTA," *J. Ind. Manuf.*, vol. 6, no. 1, pp. 27–42, 2021, doi: http://dx.doi.org/10.31000/jim.v6i1.4116.g2354.
- [14] A. H. Sakti, "Penggunaan Metode Fault Tree Analysis (FTA) dan Failure Mode Analysis (FMEA) Sebagai Usulan Reduksi Cacat Produk Obat Batuk Komix Peppermint Di PT. Bintang Toedjoe," *Sci. J. Ind. Eng.*, vol. 2, no. 1, pp. 16–21, 2021, doi: https://doi.org/10.30998/v2i1.588.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.