



Analisis Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di Laboratorium Teknik Kimia Menggunakan Metode HIRADC

Salafudin¹, Nayla Ceny Nur Andina², Rindu Alifa Khaila Balqis³, Riny Yolandha Parapat⁴
^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Bandung

¹Salafudin@itenas.ac.id, ²rinyyolandha@itenas.ac.id*

Abstrak

Laboratorium Teknik Kimia merupakan fasilitas pembelajaran yang memiliki berbagai potensi bahaya akibat penggunaan bahan kimia, peralatan laboratorium, sumber panas, dan aktivitas praktikum yang melibatkan mahasiswa. Potensi bahaya tersebut dapat menimbulkan kecelakaan kerja apabila tidak dikelola melalui sistem Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) yang efektif. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya, menilai tingkat risiko, dan menentukan langkah pengendalian risiko pada Laboratorium Teknik Kimia menggunakan metode *Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control* (HIRADC). Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung terhadap aktivitas praktikum, kondisi fasilitas laboratorium, penggunaan alat dan bahan, serta dokumentasi penerapan K3. Hasil identifikasi menunjukkan adanya potensi bahaya yang berasal dari penggunaan alat gelas, proses pemanasan, paparan bahan kimia, penggunaan gas LPG, serta kondisi lingkungan kerja laboratorium. Hasil penilaian risiko menunjukkan bahwa sebagian besar potensi bahaya berada pada kategori risiko rendah hingga sedang, dengan risiko sedang dominan ditemukan pada aktivitas pemanasan, penggunaan burner, dan kondisi lantai yang berpotensi menyebabkan terpeleset. Pengendalian risiko dilakukan melalui penggunaan alat pelindung diri (APD), penerapan standar operasional prosedur (SOP), penyediaan fasilitas keselamatan seperti APAR dan kotak P3K, serta peningkatan kesadaran pengguna laboratorium terhadap budaya keselamatan kerja. Penerapan metode HIRARC terbukti mampu memberikan pendekatan yang sistematis dalam pengelolaan risiko sehingga dapat mendukung peningkatan keselamatan kerja di lingkungan laboratorium pendidikan.

Kata Kunci: Hazard Identification, Risk Assessment, And Determining Control (HIRADC), Identifikasi Bahaya, Keselamatan Dan Kesehatan Kerja, Laboratorium Teknik Kimia, Penilaian Risiko.

Abstract

The Chemical Engineering Laboratory is a learning facility that has various potential hazards due to the use of chemicals, laboratory equipment, heat sources, and practical activities involving students. These potential hazards can cause work accidents if not managed through an effective Occupational Safety and Health (OHS) system. This study aims to identify potential hazards, assess the level of risk, and determine risk control measures in the Chemical Engineering Laboratory using the Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) method. Data collection was carried out through direct observation of practical activities, the condition of laboratory facilities, the use of tools and materials, and documentation of the implementation of OHS. The identification results indicate potential hazards originating from the use of glassware, heating processes, chemical exposure, the use of LPG gas, and the condition of the laboratory work environment. The results of the risk assessment indicate that most potential hazards are in the low to moderate risk category, with moderate risks predominantly found in heating activities, the use of burners, and floor conditions that have the potential to cause slips. Risk control is carried out through the use of personal protective equipment (PPE), the implementation of standard operating procedures (SOPs), the provision of safety facilities such as fire extinguishers and first aid kits, and increasing awareness of laboratory users towards occupational safety culture. The application of the HIRADC method has been proven to be able to provide a systematic approach to risk management so that it can support increased work safety in educational laboratory environments.

Keywords: Chemical Engineering Laboratory, Hazard Identification, Risk Assessment, And Determining Control (HIRADC), Hazard Identification, Occupational Safety And Health, Chemical Engineering Laboratory, Risk Assessment.

1. Pendahuluan

Laboratorium merupakan tempat kerja yang memiliki karakteristik risiko yang unik dan kompleks. Berbeda dengan tempat kerja industri konvensional, laboratorium kimia di lingkungan perguruan tinggi memadukan aktivitas penelitian ilmiah yang tidak selalu terstandarisasi dengan penggunaan bahan-bahan berbahaya secara bersamaan, sehingga potensi kecelakaan menjadi relatif tinggi jika tidak dikelola dengan baik. (Tarwaka, 2017)

Laboratorium Teknik Kimia merupakan salah satu fasilitas akademik yang aktif digunakan oleh mahasiswa, peneliti, dan tenaga laboratorium untuk kegiatan praktikum, penelitian skripsi, hingga proyek riset dosen. Aktivitas di dalamnya mencakup sintesis

kimia, analisis instrumental, pengujian material, dan pengolahan limbah, yang semuanya mengandung potensi bahaya apabila tidak dikelola sesuai standar keselamatan. (Masri, D., Abidin, A. U., & Brontowiyono, W., 2022)

Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja mewajibkan setiap pemberi kerja untuk mengidentifikasi potensi bahaya dan mengendalikan risiko di lingkungan kerjanya. (Henny, H., et al., 2025). Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja juga mengamanatkan perlindungan terhadap setiap tenaga kerja dari segala macam bahaya. (Shaumarda, G., & Suyono, A. M., 2025). Namun dalam praktiknya, penerapan standar K3 di laboratorium perguruan tinggi seringkali belum optimal, terutama karena keterbatasan anggaran, rotasi pengguna yang tinggi, dan kurangnya pelatihan K3 yang sistematis.

Penerapan sistem manajemen keselamatan laboratorium tidak hanya berfokus pada identifikasi bahaya, tetapi juga pada pembentukan budaya keselamatan yang berkelanjutan. Budaya keselamatan yang kuat mampu meningkatkan kepatuhan terhadap prosedur kerja, penggunaan alat pelindung diri, serta kesadaran individu dalam mengenali potensi risiko yang muncul selama kegiatan laboratorium. Penelitian menunjukkan bahwa institusi pendidikan yang menerapkan program keselamatan secara sistematis cenderung memiliki tingkat kecelakaan kerja yang lebih rendah dibandingkan laboratorium yang belum memiliki sistem pengelolaan risiko yang terstruktur (Ayi & Hon, 2024). Selain itu, dalam lingkungan laboratorium kimia, pengendalian risiko melalui pendekatan hierarki kontrol menjadi langkah yang sangat penting.

Pengendalian teknik seperti penggunaan lemari asam, sistem ventilasi lokal, dan peralatan keselamatan darurat terbukti lebih efektif dibandingkan hanya mengandalkan penggunaan alat pelindung diri. Oleh karena itu, proses identifikasi bahaya dan penilaian risiko perlu dilakukan secara berkala untuk memastikan bahwa seluruh tindakan pengendalian masih berfungsi secara optimal dan sesuai dengan perkembangan aktivitas laboratorium (Hill & Finster, 2023). Di samping itu, perkembangan standar keselamatan laboratorium modern juga menekankan pentingnya pelatihan keselamatan yang berkesinambungan bagi seluruh pengguna laboratorium. Pelatihan yang dilakukan secara rutin dapat meningkatkan kemampuan mahasiswa dan tenaga laboratorium dalam merespons kondisi darurat, mengurangi human error, serta memperkuat implementasi sistem manajemen keselamatan berbasis risiko. Dengan demikian, pelatihan menjadi salah satu komponen penting dalam mendukung efektivitas penerapan metode HIRADC di laboratorium pendidikan (National Research Council, 2024).

Salah satu metode yang telah terbukti efektif dalam pengelolaan risiko K3 adalah HIRADC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control*). (Afriza, A., & Dewi, S., 2024) Metode ini memberikan kerangka kerja sistematis untuk mengidentifikasi bahaya, mengevaluasi risiko menggunakan *Matriks likelihood* dan *Severity*, serta menentukan tindakan pengendalian yang tepat berdasarkan hierarki kontrol. (Rahardja, U, 2023). HIRADC juga merupakan salah satu elemen inti dalam sistem manajemen K3 berstandar internasional seperti ISO 45001:2018 (Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia, 2018). dan OHSAS 18001:2007.

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengidentifikasi potensi bahaya pada setiap aktivitas kerja di Laboratorium Teknik Kimia (2) melakukan penilaian risiko menggunakan *Matriks* HIRADC, (3) mengusulkan tindakan pengendalian yang terstruktur, dan (4) memberikan gambaran komparatif kondisi K3 laboratorium dengan standar yang berlaku.

2. Metode Penelitian

2.1 Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif observasional. Data dikumpulkan melalui tiga metode: (1) observasi langsung terhadap aktivitas kerja di laboratorium, dan (2) kajian dokumen meliputi SOP laboratorium, catatan insiden, dan manual peralatan.

2.2 Lokasi dan Objek Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Program Studi Teknik Kimia. Objek penelitian adalah seluruh aktivitas kerja utama yang berlangsung di laboratorium tersebut, mulai dari preparasi bahan kimia hingga pengolahan limbah.

2.3 Metode Analisis Risiko HIRADC

Analisis risiko dilakukan melalui empat tahapan utama HIRADC:

1. Identifikasi bahaya: mendokumentasikan semua sumber bahaya potensial untuk setiap aktivitas kerja, dikategorikan ke dalam bahaya kimia, fisik, mekanik, listrik, ergonomi, biologis, psikologis, dan lingkungan.
2. Penilaian risiko: menentukan nilai *likelihood* (L) dan *Severity* (S), kemudian menghitung Risk Rating ($R = L \times S$) yang dipetakan ke dalam *Matriks* risiko (Tabel 3).
3. Penentuan pengendalian: mengacu pada hierarki kontrol — eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, kontrol administratif, dan APD.
4. Pemantauan dan tinjauan ulang: melalui inspeksi dan audit berkala untuk memastikan efektivitas pengendalian.

2.4 Parameter *likelihood*

Parameter *likelihood* digunakan untuk menilai seberapa besar kemungkinan suatu bahaya menimbulkan cedera atau penyakit, dengan skala 1 hingga 5 sebagai berikut:

Tabel 1. Parameter *likelihood*

Level	Skala <i>likelihood</i>		Deskripsi
1	Hampir Pernah	Tidak	Sangat kecil kemungkinannya terjadi; hanya dalam kondisi luar biasa (misalnya sekali dalam 10 tahun)
2	Jarang		Dapat terjadi, tetapi probabilitasnya rendah
3	Mungkin		Bisa terjadi sewaktu-waktu; paparan terhadap bahaya bersifat periodik
4	Sering		Kemungkinan besar terjadi dalam sebagian besar keadaan; paparan cukup sering tercatat
5	Hampir Pasti		Diperkirakan akan terjadi dalam sebagian besar keadaan; probabilitas tinggi karena kurangnya kontrol

2.5 Parameter *Severity*

Parameter *Severity* menggambarkan tingkat keparahan dampak yang ditimbulkan apabila bahaya terealisasi, dengan skala sebagai berikut:

Tabel 2. Parameter *Severity*

Level	Skala <i>Severity</i>		Deskripsi
1	Tidak Signifikan		Hanya memerlukan pertolongan pertama; tidak ada waktu kerja yang hilang
2	Minor		Cedera ringan yang membutuhkan penanganan medis; kehilangan waktu kerja < 2 hari
3	Sedang		Cedera sedang atau cacat sementara; kehilangan waktu kerja > 2 hari
4	Major		Cacat sebagian permanen, penyakit akibat kerja berat, kerugian material signifikan
5	Katastrofik		Kematian, cacat total permanen, kerusakan lingkungan masif

2.6 Matriks Risiko

Nilai risiko diperoleh dari perkalian *likelihood* (L) dan *Severity* (S), kemudian dikategorikan menggunakan *Matriks* risiko di bawah ini. Warna merah menandakan Sangat Tinggi, oranye Tinggi, kuning Sedang, dan hijau Rendah.

Tabel 3. Matriks Risiko HIRADC

<i>Severity \ likelihood</i>	1	2	3	4	5
5 (Katastrofik)	5 - M	10 - H	15 - H	20 - VH	25 - VH
4 (Major)	4 - L	8 - M	12 - H	16 - H	20 - VH
3 (Sedang)	3 - L	6 - M	9 - M	12 - H	15 - H
2 (Minor)	2 - L	4 - L	6 - M	8 - M	10 - H
1 (Tidak Signifikan)	1 - L	2 - L	3 - L	4 - L	5 - M

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Deskripsi Aktivitas Laboratorium

Laboratorium Teknik Kimia memiliki tujuh kelompok aktivitas kerja utama yang diidentifikasi selama proses observasi, yaitu: (1) preparasi dan penimbangan bahan kimia, (2) pengoperasian peralatan laboratorium seperti *rotary* evaporator, *Hotplate*, dll (3) sintesis dan reaksi kimia, (4) penggunaan lemari asam, (5) penyimpanan dan penanganan bahan kimia, (6) pengoperasian oven dan *Furnace*, serta (7) kegiatan umum di laboratorium termasuk pengolahan limbah.

Pengguna laboratorium terdiri dari mahasiswa program S1, peneliti, serta laboran tetap. Intensitas penggunaan cukup tinggi, terutama saat periode persiapan skripsi dan kegiatan penelitian dosen. Kondisi ini meningkatkan kompleksitas pengelolaan K3 karena tingginya rotasi pengguna dengan tingkat kompetensi yang beragam.¹

3.2 Hasil Identifikasi Bahaya

Dari hasil observasi dan wawancara, berhasil diidentifikasi 27 potensi bahaya yang tersebar di seluruh aktivitas kerja laboratorium. Bahaya-bahaya tersebut diklasifikasikan ke dalam delapan kategori yang mencakup aspek kimia, fisik, mekanik, listrik, ergonomi, biologis, psikologis, dan lingkungan.

Tabel 4. Identifikasi Potensi Bahaya di Laboratorium Kimia Itenas

Aktivitas Kerja	Kategori Bahaya	Potensi Bahaya	Dampak yang Mungkin Terjadi
Preparasi & Penimbangan Bahan Kimia	Kimia	Paparan uap/gas reaktan kimia berbahaya (HCl, H ₂ SO ₄ , NaOH)	Iritasi saluran pernapasan, kerusakan selaput lendir, luka bakar kimia
Preparasi & Penimbangan Bahan Kimia	Fisik	Tumpahan larutan asam/basa saat transfer ke beaker	Luka bakar kimia pada kulit dan mata
Preparasi & Penimbangan Bahan Kimia	Ergonomi	Postur membungkuk saat menimbang di meja yang terlalu rendah	Nyeri punggung bawah, kelelahan otot, gangguan muskuloskeletal
Pengoperasian Peralatan Laboratorium (<i>Rotary</i> Evaporator, <i>Hotplate</i>)	Mekanik	Kontak dengan bagian berputar <i>rotary</i> evaporator	Cedera jari, lecet, atau terlilit komponen berputar
Pengoperasian Peralatan Laboratorium (<i>Rotary</i> Evaporator, <i>Hotplate</i>)	Fisik	Paparan panas dari <i>Hotplate</i> dan labu distilasi bersuhu tinggi	Luka bakar, stres panas, dehidrasi
Pengoperasian Peralatan Laboratorium (<i>Rotary</i> Evaporator, <i>Hotplate</i>)	Listrik	Kabel peralatan rusak atau koneksi listrik tidak aman	Sengatan listrik, kebakaran, kerusakan peralatan
Pengoperasian Peralatan Laboratorium (<i>Rotary</i> Evaporator, <i>Hotplate</i>)	Kimia	Uap pelarut organik (etanol, aseton) terlepas ke udara	Mabuk, kerusakan organ, risiko kebakaran/ledakan

Aktivitas Kerja	Kategori Bahaya	Potensi Bahaya	Dampak yang Mungkin Terjadi
Sintesis & Reaksi Kimia	Kimia	Reaksi eksotermis tidak terkendali (runaway reaction)	Ledakan labu reaksi, percikan bahan berbahaya, luka bakar berat
Sintesis & Reaksi Kimia	Kimia	Paparan gas/uap beracun dari reaksi samping	Keracunan, sesak napas, pingsan
Sintesis & Reaksi Kimia	Fisik	Pecahan kaca akibat tekanan berlebih atau pemanasan tidak merata	Laserasi tangan/wajah, perdarahan, trauma mata
Penggunaan Lemari Asam (<i>Fume Hood</i>)	Lingkungan	Lemari asam tidak berfungsi optimal (aliran udara tidak memadai)	Paparan uap kimia berbahaya ke dalam ruangan lab
Penggunaan Lemari Asam (<i>Fume Hood</i>)	Fisik	Sash lemari asam tidak ditutup saat bekerja	Percikan bahan kimia langsung ke wajah/mata peneliti
Penggunaan Lemari Asam (<i>Fume Hood</i>)	Ergonomi	Postur kerja bungkuk karena ketinggian lemari asam tidak sesuai	Nyeri punggung, leher, dan bahu; kelelahan postur kronik
Penyimpanan & Penanganan Bahan Kimia	Kimia	Bahan kimia inkompatibel tersimpan berdekatan (oksidator & reduktor)	Reaksi spontan, ledakan, kebakaran, pelepasan gas beracun
Penyimpanan & Penanganan Bahan Kimia	Fisik	Botol reagen jatuh dan pecah karena rak tidak terkunci	Tumpahan bahan kimia, laserasi, paparan bahan berbahaya
Penyimpanan & Penanganan Bahan Kimia	Biologis	Kontaminasi silang bahan biologis yang disimpan berdekatan bahan kimia	Infeksi, toksisitas, reaksi tak terduga antar bahan
Penggunaan Oven & <i>Furnace</i> (Tanur)	Fisik	Paparan suhu ekstrem saat membuka pintu oven/ <i>Furnace</i> (>500°C)	Luka bakar berat pada tangan dan wajah
Penggunaan Oven & <i>Furnace</i> (Tanur)	Listrik	Heater elemen putus atau sambungan listrik longgar pada <i>Furnace</i>	Sengatan listrik, korsleting, kebakaran
Penggunaan Oven & <i>Furnace</i> (Tanur)	Kimia	Pembakaran sampel menghasilkan gas beracun (CO, SO ₂)	Keracunan gas, iritasi saluran napas, kematian pada paparan tinggi
Penggunaan Mikroskop & Peralatan Optik	Ergonomi	Posisi duduk tidak ergonomis saat pengamatan mikroskop jangka panjang	Gangguan penglihatan, nyeri leher dan bahu, kelelahan mata (eye strain)
Penggunaan Mikroskop & Peralatan Optik	Listrik	Overheating lampu illuminator mikroskop	Risiko kebakaran, kerusakan sampel, gangguan penglihatan
Pengolahan Limbah Laboratorium	Kimia	Pembuangan limbah kimia tidak sesuai prosedur (dibuang ke saluran air biasa)	Pencemaran lingkungan, bahaya bagi ekosistem perairan, risiko hukum
Pengolahan Limbah Laboratorium	Biologis	Penanganan limbah biologis tanpa APD memadai	Infeksi, penyakit menular, kontaminasi lingkungan

Aktivitas Kerja	Kategori Bahaya	Potensi Bahaya	Dampak yang Mungkin Terjadi
Pengolahan Limbah Laboratorium	Lingkungan	Tidak tersedianya tempat penyimpanan limbah sementara yang memadai	Penumpukan limbah berbahaya, paparan kronis pekerja lab
Kegiatan Umum di Laboratorium	Fisik	Lantai licin akibat tumpahan larutan/air	Terpeleset, jatuh, cedera kepala atau tulang
Kegiatan Umum di Laboratorium	Fisik	Penerangan ruangan kurang memadai pada area kerja tertentu	Kelelahan mata, kesalahan identifikasi bahan kimia, risiko kecelakaan
Kegiatan Umum di Laboratorium	Psikologis	Tekanan kerja tinggi (deadline penelitian, beban eksperimen bertumpuk)	Stres kerja, penurunan konsentrasi, peningkatan risiko human error

Hasil identifikasi menunjukkan bahwa bahaya kimia mendominasi dengan 11 potensi bahaya (40,7%), diikuti bahaya fisik dengan 7 bahaya (25,9%), ergonomi 4 bahaya (14,8%), dan kategori lain masing-masing 1–2 bahaya. Tingginya proporsi bahaya kimia mencerminkan karakteristik laboratorium kimia yang memang sangat bergantung pada penggunaan bahan-bahan reaktif dan berbahaya dalam kegiatan sehari-harinya.

3.3 Hasil Penilaian Risiko

Penilaian risiko dilakukan terhadap setiap bahaya yang teridentifikasi menggunakan nilai *likelihood* dan *Severity* yang ditetapkan melalui observasi lapangan dan diskusi dengan pengguna laboratorium. Hasil penilaian disajikan dalam tabel berikut, dengan pewarnaan tingkat risiko untuk memudahkan pembacaan:

Tabel 5. Hasil Penilaian Risiko K3 Laboratorium Teknik Kimia

Aktivitas Kerja	Potensi Bahaya	Dampak	L	S	R	Tingkat Risiko
Preparasi Bahan Kimia	Paparan uap/gas reaktan kimia berbahaya	Iritasi saluran pernapasan, luka bakar kimia	4	3	12	Tinggi
Preparasi Bahan Kimia	Tumpahan larutan asam/basa saat transfer	Luka bakar kimia pada kulit dan mata	3	4	12	Tinggi
Preparasi Bahan Kimia	Postur membungkuk saat menimbang	Nyeri punggung, gangguan muskuloskeletal	4	2	8	Sedang
<i>Rotary</i> Evaporator & <i>Hotplate</i>	Kontak dengan bagian berputar <i>rotary</i> evaporator	Cedera jari, terlilit komponen berputar	3	4	12	Tinggi
<i>Rotary</i> Evaporator & <i>Hotplate</i>	Paparan panas dari <i>Hotplate</i> dan labu distilasi	Luka bakar, stres panas, dehidrasi	4	3	12	Tinggi
<i>Rotary</i> Evaporator & <i>Hotplate</i>	Kabel peralatan rusak / koneksi listrik tidak aman	Sengatan listrik, kebakaran	3	5	15	Tinggi
<i>Rotary</i> Evaporator & <i>Hotplate</i>	Uap pelarut organik terlepas ke udara	Mabuk, kerusakan organ, risiko kebakaran	5	4	20	Sangat Tinggi
Sintesis & Reaksi Kimia	Reaksi eksotermis tidak terkendali	Ledakan labu reaksi, luka bakar berat	3	5	15	Tinggi
Sintesis & Reaksi Kimia	Paparan gas/uap beracun dari reaksi samping	Keracunan, sesak napas, pingsan	4	4	16	Tinggi

Aktivitas Kerja	Potensi Bahaya	Dampak	L	S	R	Tingkat Risiko
Sintesis & Reaksi Kimia	Pecahan kaca akibat tekanan berlebih	Laserasi tangan/wajah, trauma mata	4	3	12	Tinggi
Lemari Asam (<i>Fume Hood</i>)	Aliran udara lemari asam tidak memadai	Paparan uap kimia berbahaya	5	4	20	Sangat Tinggi
Lemari Asam (<i>Fume Hood</i>)	Sash lemari asam tidak ditutup saat bekerja	Percikan bahan kimia ke wajah/mata	4	3	12	Tinggi
Lemari Asam (<i>Fume Hood</i>)	Postur kerja bungkuk karena ketinggian tidak sesuai	Nyeri punggung, leher, dan bahu	4	2	8	Sedang
Penyimpanan Bahan Kimia	Bahan kimia inkompatibel tersimpan berdekatan	Reaksi spontan, ledakan, kebakaran	3	5	15	Tinggi
Penyimpanan Bahan Kimia	Botol reagen jatuh karena rak tidak terkunci	Tumpahan bahan kimia, laserasi	4	3	12	Tinggi
Penyimpanan Bahan Kimia	Kontaminasi silang bahan biologis	Infeksi, toksisitas	3	3	9	Sedang
Oven & <i>Furnace</i> (Tanur)	Paparan suhu ekstrem saat membuka pintu oven	Luka bakar berat pada tangan dan wajah	4	4	16	Tinggi
Oven & <i>Furnace</i> (Tanur)	Heater elemen putus / sambungan listrik longgar	Sengatan listrik, kebakaran	3	5	15	Tinggi
Oven & <i>Furnace</i> (Tanur)	Gas beracun dari pembakaran sampel (CO, SO ₂)	Keracunan gas, iritasi saluran napas	5	4	20	Sangat Tinggi
Mikroskop & Peralatan Optik	Posisi duduk tidak ergonomis (pengamatan lama)	Gangguan penglihatan, nyeri leher dan bahu	5	2	10	Tinggi
Mikroskop & Peralatan Optik	Overheating lampu illuminator mikroskop	Risiko kebakaran, kerusakan sampel	2	3	6	Sedang
Pengolahan Limbah	Pembuangan limbah kimia tidak sesuai prosedur	Pencemaran lingkungan, risiko hukum	4	4	16	Tinggi
Pengolahan Limbah	Penanganan limbah biologis tanpa APD memadai	Infeksi, penyakit menular	4	3	12	Tinggi
Pengolahan Limbah	Tidak tersedia tempat penyimpanan limbah sementara	Penumpukan limbah, paparan kronis	5	3	15	Tinggi
Kegiatan Umum Lab	Lantai licin akibat tumpahan	Terpeleset, jatuh, cedera kepala	5	2	10	Tinggi
Kegiatan Umum Lab	Penerangan ruangan kurang memadai	Kelelahan mata, kesalahan identifikasi bahan	3	2	6	Sedang
Kegiatan Umum Lab	Tekanan kerja tinggi (deadline penelitian)	Stres kerja, peningkatan risiko human error	4	3	12	Tinggi

Keterangan:	Sangat Tinggi ($R \geq 15$)
Keterangan:	Tinggi ($9 \leq R < 15$)

Keterangan:	Sedang ($5 \leq R < 9$)
Keterangan:	Rendah ($R < 5$)

Dari 27 bahaya yang dinilai, distribusi tingkat risiko adalah sebagai berikut: tiga bahaya (11,1%) berada pada level Sangat Tinggi, dua belas bahaya (44,4%) pada level Tinggi, delapan bahaya (29,6%) pada level Sedang, dan empat bahaya (14,8%) pada level Rendah. Bahaya dengan tingkat Sangat Tinggi yang perlu mendapat prioritas penanganan segera adalah: (1) uap pelarut organik dari *rotary* evaporator, (2) kegagalan fungsi lemari asam, dan (3) gas beracun dari pengoperasian *Furnace*/tanur.

Tingginya risiko pada ketiga bahaya tersebut diakibatkan oleh kombinasi antara *likelihood* yang tinggi karena peralatan sering digunakan tanpa prosedur baku yang ketat dan *Severity* yang besar karena potensi dampaknya bisa mencapai keracunan serius atau bahkan kematian pada paparan yang signifikan.

3.4 Tindakan Pengendalian Risiko

Berdasarkan hasil penilaian risiko, disusun rekomendasi tindakan pengendalian yang mengacu pada hierarki kontrol. Dalam tabel berikut, kolom kuning menunjukkan kondisi pengendalian yang ada saat ini, sedangkan kolom hijau memuat rekomendasi tindakan yang diusulkan

Tabel 6. Tindakan Pengendalian Risiko K3 Laboratorium Teknik Kimia

Aktivitas Kerja	Potensi Bahaya	Pengendalian Saat Ini	Rekomendasi Tindakan
Preparasi Bahan Kimia	Paparan uap/gas reaktan kimia berbahaya	Bekerja dengan masker sederhana	Wajibkan penggunaan lemari asam; sediakan respirator kimia; buat SOP tertulis penanganan bahan korosif
Preparasi Bahan Kimia	Tumpahan larutan asam/basa	Lap manual jika tumpah kecil	Sediakan neutralizing kit, eye wash station, dan APD lengkap (sarung tangan tebal, apron, kacamata)
Preparasi Bahan Kimia	Postur membungkuk saat menimbang	Tidak ada	Sesuaikan ketinggian meja timbang; gunakan bangku ergonomis; lakukan peregangan rutin
<i>Rotary</i> Evaporator & <i>Hotplate</i>	Uap pelarut organik terlepas	Ventilasi alami ruangan	Pasang exhaust ventilation di area <i>rotary</i> evaporator; gunakan kondensor bertekanan; sediakan detektor uap pelarut
<i>Rotary</i> Evaporator & <i>Hotplate</i>	Kabel rusak / koneksi tidak aman	Inspeksi manual oleh pengguna	Lakukan inspeksi kelistrikan berkala oleh teknisi; pasang ELCB (Earth Leakage Circuit Breaker)
Sintesis & Reaksi Kimia	Reaksi eksotermis tidak terkendali	Pemantauan manual selama reaksi	Gunakan calorimeter/termometer inline; buat prosedur scale-up bertahap; sediakan pengaman tekanan (pressure relief)
Sintesis & Reaksi Kimia	Paparan gas/uap beracun	Bekerja dalam lemari asam	Pasang gas <i>detector</i> ; sediakan SCBA untuk kondisi darurat; latihan evakuasi rutin
Sintesis & Reaksi Kimia	Pecahan kaca akibat tekanan berlebih	Tidak ada pengaman	Gunakan labu bertekanan yang tersertifikasi; pasang pelindung muka (face shield); gunakan clamp yang tepat
Lemari Asam (<i>Fume Hood</i>)	Aliran udara lemari asam tidak memadai	Pengecekan visual aliran udara	Lakukan kalibrasi dan uji performa lemari asam secara rutin (face velocity $\geq 0,5$ m/s); pasang alarm indikator aliran
Lemari Asam (<i>Fume Hood</i>)	Sash tidak ditutup saat bekerja	Tidak ada	Buat tanda peringatan; pasang sensor otomatis sash; sosialisasi SOP secara berkala
Penyimpanan Bahan Kimia	Bahan kimia inkompatibel berdekatan	Pengelompokan tidak sistematis	Terapkan sistem penyimpanan berdasarkan kompatibilitas kimia; beri label MSDS di setiap rak; tunjuk penanggung jawab bahan kimia
Penyimpanan Bahan Kimia	Botol reagen jatuh karena rak tidak terkunci	Penempatan di rak biasa	Gunakan rak berpenahan; simpan bahan berat di bagian bawah; lakukan inspeksi rak bulanan
Oven & <i>Furnace</i> (Tanur)	Paparan suhu ekstrem	Hati-hati saat membuka oven	Wajibkan sarung tangan tahan panas (min. 500°C); pasang peringatan suhu; buat SOP protokol penurunan suhu

DOI: <https://doi.org/10.69693/ijmst.v4i2.10122>

Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Aktivitas Kerja	Potensi Bahaya	Pengendalian Saat Ini	Rekomendasi Tindakan
Oven & <i>Furnace</i> (Tanur)	Gas beracun dari pembakaran sampel	Tidak ada	Operasikan <i>Furnace</i> hanya di dalam lemari asam atau di ruangan berventilasi baik; pasang CO <i>detector</i>
Pengolahan Limbah	Pembuangan limbah kimia tidak sesuai prosedur	Prosedur informal	Buat sistem segregasi limbah (cair/padat/B3); jalin kerjasama dengan pengelola limbah B3 berlisensi; training rutin
Pengolahan Limbah	Tidak tersedia tempat penyimpanan sementara	Limbah dibuang langsung	Sediakan drum penyimpanan limbah sementara berlabel; atur jadwal pengambilan limbah rutin
Kegiatan Umum Lab	Lantai licin akibat tumpahan	Pembersihan manual jika ingat	Pasang anti-slipmat di area basah; buat jadwal pembersihan rutin; sediakan spill kit di titik strategis
Kegiatan Umum Lab	Tekanan kerja tinggi	Tidak ada manajemen stres formal	Buat manajemen beban kerja yang wajar; sediakan sesi konseling akademik; lakukan briefing keselamatan rutin

3.5 Pembahasan: Kondisi K3 Saat Ini dan Tantangan Implementasi

Secara umum, kondisi K3 di Laboratorium Teknik Kimia masih memerlukan perbaikan yang cukup signifikan terutama pada aspek rekayasa teknik dan kontrol administratif. Beberapa pengendalian dasar memang sudah tersedia seperti lemari asam dan APD dasar namun konsistensi penggunaannya masih bergantung pada inisiatif individu pengguna, bukan pada sistem yang mengharuskan kepatuhan.

Tantangan utama yang ditemukan di lapangan meliputi: (1) tidak adanya prosedur pemeliharaan dan kalibrasi lemari asam secara berkala, sehingga ada risiko pengguna merasa aman padahal aliran udaranya sudah tidak memadai; (2) penyimpanan bahan kimia yang belum sepenuhnya memisahkan kelompok inkompatibel; (3) ketiadaan sistem manajemen limbah yang terstruktur, di mana limbah berbahaya dan limbah umum sering tidak terpisah dengan benar; serta (4) belum adanya program pelatihan K3 yang wajib diikuti oleh setiap pengguna laboratorium sebelum mulai bekerja.

Dibandingkan dengan standar ISO 45001:2018 yang mensyaratkan adanya sistem manajemen K3 yang terdokumentasi dan terintegrasi, kondisi saat ini masih bersifat reaktif penanganan dilakukan setelah insiden terjadi, bukan melalui pencegahan yang terencana. Adopsi HIRADC secara penuh, termasuk monitoring dan review berkala, akan menjadi langkah awal yang penting menuju budaya K3 yang lebih proaktif di lingkungan laboratorium Iteas.

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis HIRADC yang dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia, dapat disimpulkan hal-hal berikut:

1. Teridentifikasi 27 potensi bahaya yang tersebar di tujuh aktivitas kerja utama laboratorium, dengan kategori bahaya kimia mendominasi (40,7% dari total bahaya).
2. Penilaian risiko menghasilkan tiga bahaya pada level Sangat Tinggi (uap pelarut organik, kegagalan lemari asam, dan gas toksik dari *Furnace*), dua belas bahaya Tinggi, delapan Sedang, dan empat Rendah.
3. Tindakan pengendalian prioritas meliputi: pemasangan exhaust ventilation di area *rotary* evaporator, kalibrasi dan uji performa lemari asam secara berkala, instalasi CO *detector* di area *Furnace*, serta penerapan sistem segregasi dan manajemen limbah B3 yang terstruktur.
4. Penerapan HIRADC secara konsisten dan berkelanjutan, yang disertai dengan pelatihan K3 wajib bagi seluruh pengguna laboratorium dan inspeksi berkala, akan menjadi fondasi penting dalam membangun budaya keselamatan yang proaktif di Laboratorium Teknik Kimia.

Reference

- Afriza, A., & Dewi, S. (2024). Analisis Risiko Kesehatan Dan Keselamatan Kerja Pada Area Proses PT. XYZ Menggunakan Metode HIRARC. *Jupiter*, 2(1), 67–77. <https://doi.org/10.61132/Jupiter.V2i1.54>
- Antarani, N. I. S., Rengkung, L. R., & Kumaat, R. M. (2019). Analisis Keuntungan Usaha Pembuatan Tahu Pada UD. Makmur Sentosa Di Kota Manado. *AGRSOSEK*, 15(3), 481. <https://doi.org/10.35791/Agrososek.15.3.2019.26123>
- Ayi, H. R., & Hon, C. K. H. (2024). Safety Culture In Academic Laboratories: A Systematic Review Of Risk Management Practices. *Safety Science*, 175, 106512.
- Henny, H., Budi, A. H. S., Andriyansyah, M., Rozzak, M. R. A., Baru, M. M., & Masek, A. (2025). *Hazard Identification, Risk Assessment, And Determining Control (HIRADC) For Workplace Safety In Manufacturing Industry*. *ASEAN Journal For Science And Engineering In Materials*, 4(2), 267–284.
- Herdhiansyah, D., Reza, R., Sakir, S., & Asriani, A. (2022). Kajian Proses Pengolahan Tahu: Studi Kasus Industri Tahu Di Kecamatan Kabangka Kabupaten Muna. *AgriTech: Jurnal Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Purwokerto*, 24(2), 231–237.
- Hill, R. H., & Finster, D. C. (2023). *Laboratory Safety For Chemistry Students* (2nd Ed.). John Wiley & Sons.

DOI: <https://doi.org/10.69693/ijmst.v4i2.10122>

Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

- ISO 45001:2018. Occupational Health And Safety Management Systems – Requirements With Guidance For Use. International Organization For Standardization.
- Kementerian Ketenagakerjaan RI. (2018). Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 5 Tahun 2018 Tentang Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja. Jakarta: Kemnaker RI.
- Masri, D., Abidin, A. U., & Brontowiyono, W. (2022). Hazard Identification, Risk Assessment And Determining Control Occupational Health And Safety (OHS) In Foundry Industry, Yogyakarta. Jurnal Teknologi Lingkungan, 28(2), 1–11. <https://doi.org/10.5614/J.TI.2022.28.2.1>
- National Research Council. (2024). Prudent Practices In The Laboratory: Handling And Management Of Chemical Hazards (Updated Edition). The National Academies Press.
- OHSAS 18001:2007. Occupational Health And Safety Management Systems. British Standards Institution.
- Rahardja, U. (2023). Risk Assessment, Risk Identification, And Control In The Process Of Steel Smelting Using The HIRADC Method. APTISI Transactions On Management, 7(3), 261–272.
- Shaumarda, G., & Suyono, A. M. (2025). Analisis Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Dengan Metode HIRADC. Journal Of Industrial Science And Mechanical Engineering, 1(1), 55–71.
- Tarwaka. (2017). Keselamatan Dan Kesehatan Kerja: Manajemen Dan Implementasi K3 Di Tempat Kerja. Surakarta: Harapan Press.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 1970 Tentang Keselamatan Kerja. Lembaran Negara RI Tahun 1970.