



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS RISIKO PADA KEGIATAN PRAKTIKUM KIMIA
ANALITIK KUANTITATIF DI LABORATORIUM KIMIA
TEKNIK METALURGI DAN MATERIAL
UNIVERSITAS INDONESIA TAHUN 2012**

SKRIPSI

**MUTIARA AYU ASMARA
0806458422**

**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
PROGRAM STUDI SARJANA KESEHATAN MASYARAKAT
DEPOK
JULI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS RISIKO PADA KEGIATAN PRAKTIKUM KIMIA
ANALITIK KUANTITATIF DI LABORATORIUM KIMIA
TEKNIK METALURGI DAN MATERIAL
UNIVERSITAS INDONESIA TAHUN 2012**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Kesehatan Masyarakat**

**MUTIARA AYU ASMARA
0806458422**

**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
PROGRAM STUDI SARJANA KESEHATAN MASYARAKAT
KEKHUSUSAN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA
DEPOK
JULI 2012**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Mutiara Ayu Asmara

NPM : 0806458422

Tanda tangan : *Mutiara Ayu Asmara*

Tanggal : 9 Juli 2012

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mutiara Ayu Asmara
NPM : 0806458422
Program : Sarjana Kesehatan Masyarakat
Tahun Akademik : 2008

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan tindakan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul:

Analisis Risiko Pada Kegiatan Praktikum Kimia Analitik Kuantitatif di Laboratorium Kimia Teknik Metalurgi dan Material Universitas Indonesia Tahun 2012

Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Depok, 9 Juli 2012



(Mutiara Ayu Asmara)


HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Mutiara Ayu Asmara
NPM : 0806458422
Program Studi : Sarjana
Judul Skripsi : Analisis Risiko Pada Kegiatan Praktikum Kimia
Analitik Kuantitatif di Laboratorium Kimia Teknik
Metalurgi dan Material Universitas Indonesia
Tahun 2012

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat pada Program Studi Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

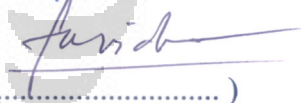
Pembimbing : Drs. (Psi) Ridwan Zahdi Sjaaf, MPH


(.....)

Penguji : Doni Hikmat Ramdhan, SKM, MKKK, PhD


(.....)

Penguji : Farida Tusafariah, M.Kes


(.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 09 Juli 2012

CURRICULUM VITAE

I. DATA PRIBADI

Nama : Mutiara Ayu Asmara
Jenis Kelamin : Perempuan
Tempat Tanggal Lahir : Jakarta, 18 Agustus 1990
Alamat : Jl. Badak Raya Blok B No. 27 RT 04/RW
016 Pondok Timur Indah I Bekasi Timur
17510
No. Telp : 021 8252923 / 085695165466
Email : mutiaraayuasmara@gmail.com

II. PENDIDIKAN

TK Abdi Negara 1995-1996
SD Abdi Negara 1996-2002
SMPN 4 Tambun Selatan 2002-2005
SMAN 1 Bekasi 2005-2008
Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia 2008-2012

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim.

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT yang telah menganugerahkan nikmat kepada saya untuk dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Risiko Pada Kegiatan Praktikum Kimia Analitik Kuantitatif di Laboratorium Kimia Teknik Metalurgi dan Material Universitas Indonesia Tahun 2012” sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan S1 dan memperoleh gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat di Jurusan Keselamatan dan Kesehatan Kerja dengan baik dan sesuai pada waktu yang telah ditentukan.

Namun tanpa bantuan dari beberapa pihak penulis tidak mampu menyelesaikannya tepat waktu. *Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu, yaitu :*

1. Bapak Drs. (Psi) Ridwan Zahdi Sjaaf, MPH selaku pembimbing akademik yang telah memberikan waktu, tenaga, dan pikirannya untuk memberikan pengarahan kepada penulis dalam penulisan skripsi ini.
2. Bapak Doni Hikmat Ramdhan, SKM, MKKK, PhD dan Ibu Farida Tusafariah, M.Kes selaku tim Penguji. Terima kasih telah meluangkan waktunya untuk datang pada sidang skripsi penulis dan juga atas kritik serta saran-saran yang telah diberikan kepada penulis.
3. Ibu Ir. Rini Riastui, MSc sebagai kepala Laboratorium Kimia Teknik Metalurgi dan Material UI, yang telah memberikan izin dan kesempatan untuk melakukan penelitian di sana.
4. Orang tua tercinta yang selalu memberikan semangat, dukungan, dan doa dalam menyelesaikan pembuatan skripsi ini. Terima kasih ya Bunda dan Ayah..
5. Mas Reza, *my beloved brother*, yang selalu kangen kalau adiknya tidak pulang di saat *weekend*, terima kasih *supportnya* selama ini.

6. Sahabat EMPat, Ekky, Pandika, dan Santi yang selalu memberikan *supportnya*. Buat Pandika, terima kasih buat selama ini mau menjadi tempat berkeluh kesahku. Ayo Pan segera menyusul!!
7. Teman-teman Geng8, Gita Rustifar, Loli Adriani, Muhammad Ja'far, Sylvia Afiani, Rizqy Chandra, Rizuli Akbar, dan Zaki Dinul yang selalu mendoakan dan menyemangati satu sama lain. Akbar, walaupun berada nanjauh di sana, tetapi tetap selalu mendoakan dan memberikan perhatian lewat sms-sms semangat yang dikirimkan,, terima kasih ya, Akbar. Buat Zaki terima kasih atas sharingnya seputar perskripsian.
8. *My dearest* Gengjong. Nuri Evelina, sahabat suka duka, teman selama pembuatan skripsi dan sepebimbing juga, terima kasih yah atas diskusi, saran, dan semuanya selama ini. Alhamdulillah kita lulus, Ev. Buat Maya, Putri, Amira, Olive, Rani, Adel, dan I'ik yang juga selalu memberikan semangat. Terima kasih yah semua atas kebersamaannya selama kuliah.
9. Ratna, Isti, Fida, Uly yang juga selalu memberikan semangat, bantuan, dan lain-lainnya. Terima kasih yah untuk pertemanannya selama ini.
10. Teman-teman satu bimbingan yang selalu semangat selama proses bimbingan.
11. Asisten lab kimia metalurgi, khususnya Fanny dan Aryo yang telah membantu dan menemani selama proses observasi.
12. Serta untuk pihak-pihak yang membantu dalam penulisan skripsi ini, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dan dapat dijadikan masukan. Penulis berharap tulisan ini dapat menjadi bahan belajar yang berguna bagi yang membacanya. Amin.

Depok, Juli 2012

Mutiara Ayu Asmara

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mutiara Ayu Asmara
NPM : 0806458422
Program studi : Sarjana Kesehatan Masyarakat
Departemen : Keselamatan dan Kesehatan Kerja
Fakultas : Kesehatan Masyarakat
Jenis Karya : Skripsi

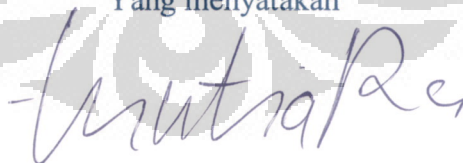
demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Analisis Risiko Pada Kegiatan Praktikum Kimia Analitik Kuantitatif di Laboratorium Kimia Teknik Metalurgi dan Material Universitas Indonesia Tahun 2012

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 9 Juli 2012
Yang menyatakan



(Mutiara Ayu Asmara)

ABSTRAK

Nama : Mutiara Ayu Asmara
Program studi : Sarjana Kesehatan Masyarakat
Judul : Analisis Risiko Pada Kegiatan Praktikum Kimia Analitik
Kuantitatif di Laboratorium Kimia Teknik Metalurgi dan Material
Universitas Indonesia Tahun 2012

Skripsi ini berisi tentang analisis risiko pada kegiatan Praktikum Kimia Analitik Kuantitatif di Laboratorium Kimia Metalurgi Tahun 2012. Tujuannya adalah untuk menilai tingkat risiko di laboratorium kimia. Metode identifikasi hazard menggunakan Task Risk Analysis, sedangkan untuk analisis risiko dilakukan dengan menggunakan metode analisis risiko semikuantitatif dengan kriteria penilaian risiko (*consequence*, *likelihood*, dan *exposure*). Hasil analisis tingkat risiko yang didapatkan, yaitu risiko dengan tingkat risiko *very high* sebanyak 4 (4,5%), *priority 1* sebanyak 6 (6,7%), *substantial* sebanyak 42 (47,2%), *priority 3* sebanyak 25 (28,1%), dan *acceptable* sebanyak 12 (13,5%). Saran yang dapat diberikan yaitu diperlukannya manajemen keselamatan di laboratorium melalui program keselamatan laboratorium.

Kata kunci: laboratorium kimia, kegiatan praktikum, analisis risiko semikuantitatif

ABSTRAK

Name : Mutiara Ayu Asmara
Study Program : Bachelor Degree of Public Health
Title : Risk Analysis in Quantitative Analytical Chemistry
Practicum Activities in Chemistry Laboratory of
Department Metallurgy and Materials Engineering of
University of Indonesia in 2012

The focus on this study is risk analysis in Quantitative Analytical Chemistry at Department Metallurgical and Material Engineering Chemistry Laboratory of University of Indonesia in 2012. This aim to assess risk level at the laboratory activity. Hazard identification method using the Task Risk Analysis, while for risk analysis is undertaken by semi-quantitative method that uses risk assessment criteria (consequence, likelihood, exposure). Level of risk analytical results is risk with very high level has 4 (4,5%), *priority* 1 level has 6 (6,7%), *substantial* level has 42 (47,2%), *priority* 3 level has 25 (28,1%), and *acceptable* level has 12 (13,5%). The recommendations are need a safety management at laboratory with create a laboratory safety program.

Key word: chemistry laboratory, laboratory activity, semi-quantitative risk analysis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
LEMBAR PENGESAHAN	v
CURRICULUM VITAE	vi
KATA PENGANTAR	vii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	ix
ABSTRAK	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Pertanyaan Penelitian	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Ruang Lingkup Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Pengertian Hazard	8
2.2 Pengertian Risiko	8
2.3 Pengertian Eksposur	9
2.4 Manajemen Risiko	9
2.4.1 Model Manajemen Risiko Amerika	11
2.4.2 Model Manajemen Risiko Canada	13
2.4.3 Manajemen Risiko Standar Australian/New Zealand	15
2.5 Proses Manajemen Risiko	16
2.5.1 Identifikasi Risiko	16
2.5.2 Analisis Risiko	18
2.5.3 Evaluasi Risiko	22
2.5.4 Pengendalian Risiko	22
2.6 Laboratorium	23
2.6.1 Definisi Laboratorium	23
2.6.2 Bahaya-Bahaya di Laboratorium	23
2.6.2.1 Bahan-bahan Kimia Berbahaya	23
2.6.2.2 Bahaya Hayati	28
2.6.2.3 Bahaya Fisik akibat Peralatan Laboratorium	28
2.6.2.4 Limbah Berbahaya	28
2.6.3 Aspek Pengkomunikasian Bahaya di Laboratorium	29
2.6.4 Fasilitas Keselamatan di Laboratorium	32
BAB III KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP, DAN DEFINISI OPERASIONAL	34
3.1 Kerangka Teori	34

3.2 Kerangka Konsep	35
3.3 Definisi Operasional	36
BAB IV METODOLOGI PENILAIAN	38
4.1 Metode Penilaian	38
4.2 Lokasi dan Waktu	38
4.3 Teknik Pengumpulan Data	38
4.4 Proses Penilaian	39
4.5 Analisis Data	39
BAB V GAMBARAN UNIT ANALISIS	40
5.1 Sejarah	40
5.2 Departemen Teknik Metalurgi dan Material	40
5.3 Laboratorium Metalurgi Kimia	41
5.4 Struktur Laboratorium Metalurgi Kimia	42
5.5 Standar Operasioanl Prosedur di Laboratorium	42
5.6 Layout Laboratorium	43
5.7 Kegiatan Praktikum Kimia Analitik Kuantitatif	43
BAB VI HASIL	53
6.1 Hasil Identifikasi Bahaya dan Risiko	53
6.1.1 Bahaya Kimia	53
6.1.2 Bahaya Fisik	56
6.1.3 Bahaya Ergonomi	56
6.1.4 Bahaya Elektrik	56
6.2 Hasil Penilaian Risiko	65
BAB VII PEMBAHASAN	75
7.1 Keterbatasan Penelitian	75
7.2 Pembahasan Hasil Penilaian Risiko pada Tahap Preparasi Sampel.	75
7.3 Pembahasan Hasil Penilaian Risiko pada Tahap Pembuatan Larutan Standar Primer dan Larutan Standar Sekunder	80
7.4 Pembahasan Hasil Penilaian Risiko pada Tahap Pembuatan Buffer	86
7.5 Pembahasan Hasil Penilaian Risiko pada Tahap Standardisasi LSS dan Penentuan Kadar	88
7.6 Pembahasan	93
BAB VIII SIMPULAN DAN SARAN	95
8.1 Simpulan	95
8.2 Saran	96
DAFTAR PUSTAKA	97

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Health Risk Assessment and Risk Management Model	12
Gambar 2.2 American Model Risk Assessment	13
Gambar 2.3 Canadian Model Risk Assessment/Risk Management	14
Gambar 2.4 Proses Manajemen Risiko AS/NZS 4360, 2004	15
Gambar 2.5 Sistem Pelabelan GHS	31
Gambar 3.1 Kerangka Teori	34
Gambar 3.2 Kerangka Konsep	35
Gambar 5.1 Struktur Laboratorium Metalurgi Kimia	42
Gambar 5.2 Layout Laboratorium Metalurgi Kimia	43
Gambar 5.3 Pengambilan dan Penimbangan Bahan Kimia	45
Gambar 5.4 Pengadukan Larutan Sampel	45
Gambar 5.5 Pemasukkan Larutan ke dalam Labu Takar	46
Gambar 5.6 Pengocokkan Larutan	46
Gambar 5.7 Pengambilan <i>Hydrochloric acid</i>	47
Gambar 5.8 Penuangan LSS ke dalam Buret	49
Gambar 5.9 Pengambilan LSP	49
Gambar 5.10 Penambahan Indikator <i>Metyhl orange</i>	50
Gambar 5.11 Penambahan Buffer	50
Gambar 5.12 Pengambilan Indikator EBT	51
Gambar 5.13 Penambahan H ₂ SO ₄	51
Gambar 5.14 Proses Titrasi	52

DAFTAR TABEL

Tabel 1	Statistik Kecelakaan Laboratorium di Sekolah Menengah Periode 2005/2006	2
Tabel 2.1	Analisis Risiko Kualitatif Faktor Konsekuensi	19
Tabel 2.2	Analisis Risiko Kualitatif Faktor <i>Likelihood</i>	20
Tabel 2.3	Matriks Analisis Risiko Kualitatif	20
Tabel 2.4	Analisis Risiko Semikuantitatif	21
Tabel 2.5	Level Risiko	22
Tabel 2.6	Klasifikasi Bahaya Bahan Kimia (NFPA Rating).....	27
Tabel 6.1	Daftar Bahan Kimia	53
Tabel 6.2	Hasil Identifikasi pada Tahap Preparasi Sampel	57
Tabel 6.3	Hasil Identifikasi pada Tahap Pembuatan larutan Standar Primer dan Larutan Standar Sekunder.....	59
Tabel 6.4	Hasil Identifikasi pada Tahap Pembuatan Buffer	61
Tabel 6.5	Hasil Identifikasi pada Tahap Standarisasi LSS dan Penentuan kadar ..	62
Tabel 6.6	Hasil Penilaian Risiko pada Tahap Preparasi Sampel	65
Tabel 6.7	Hasil Penilaian Risiko pada Tahap Pembuatan larutan Standar Primer dan Larutan Standar Sekunder	68
Tabel 6.8	Hasil Penilaian Risiko pada Tahap Pembuatan Buffer	71
Tabel 6.9	Hasil Penilaian Risiko pada Tahap Standardisasi LSS dan Penentuan Kadar	72

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Laboratorium merupakan tempat untuk melakukan percobaan, penelitian dan pengembangan, atau *quality control*. Bekerja dalam laboratorium sama halnya seperti bekerja di industri-industri lain, industri kimia, pertambangan, ataupun konstruksi, yang mengandung bahaya dan risiko keselamatan kerja. Di laboratorium biasanya menggunakan berbagai bahan kimia, peralatan gelas, dan juga instrumentasi khusus yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan bila dilakukan dengan cara yang tidak tepat. Kecelakaan juga dapat terjadi karena kelalaian atau kecerobohan dalam bekerja, yang mengakibatkan orang tersebut cedera, atau bahkan dapat membuat celaka orang-orang di sekitarnya.

Bahaya yang paling utama muncul di laboratorium yaitu dari penggunaan bahan kimia. Di industri, bahan kimia dipakai dalam jumlah besar meskipun hanya sedikit jenisnya. Namun sebaliknya dalam laboratorium biasanya penggunaan bahan kimia sedikit, tetapi banyak jenisnya. Bahan-bahan kimia tersebut dapat menjadi berbahaya. Berbagai macam risiko dapat ditimbulkan dari bahan kimia, seperti iritasi, keracunan, luka bakar, kebakaran, ledakan, dan lain-lain. Akan tetapi kecelakaan yang paling sering terjadi di laboratorium khususnya laboratorium akademik, baik itu tingkat sekolah maupun universitas yaitu terluka akibat terkena pecahan kaca/gelas.

Berdasarkan survei yang dilakukan oleh Education Bureau pada tahun 2005/2006 terkait kecelakaan di laboratorium sekolah pada 464 sekolah menengah didapatkan hasil bahwa sejumlah 296 sekolah (64%) menyatakan tidak ada terjadi kecelakaan laboratorium. Sedangkan sisanya, dari 168 sekolah menengah dilaporkan ada 554 kasus kecelakaan laboratorium. Jumlah orang yang terluka akibat kecelakaan di laboratorium yaitu sebanyak 500 siswa dan 8 orang guru/teknisi laboratorium mengalami luka-luka. Berikut ini adalah statistik

mengenai jumlah kecelakaan yang terjadi di laboratroium berdasarkan tipe kecelakaannya.

Tabel 1 Statistik Kecelakaan Laboratorium di Sekolah Menengah
Periode 2005/2006

Tipe kecelakaan	Jumlah kasus	Persentase
Tergores pecahan kaca/gelas (luka ringan)	218	39.4 %
Luka bakar ringan	178	32.1 %
Terkena bahan kimia di kulit	45	8.1 %
Kecelakaan pada mata	40	7.2 %
Tumpahan bahan kimia	21	3.8 %
Bahan kimia terbakar	14	2.5 %
Ketidaknyamanan karena menghirup gas	6	1.1 %
Digigit binatang	0	0 %
Lain-lain	32	5.8 %
Total	554	100 %

(Sumber: Education Bureau, 2007)

Untuk tingkat universitas banyak kasus kecelakaan yang telah terjadi di laboratorium khususnya pada saat melakukan penelitian. Beberapa contoh kasus yang pernah terjadi di laboratorium, salah satunya yaitu kasus yang terjadi di laboratorium kimia San Isidro High School di Makati, Manila, pada tanggal 27 November 2006, campuran zat kimia mengeluarkan asap beracun yang menyebabkan 10 guru dan staf dibawa ke rumah sakit setelah beberapa saat mengalami muntah dan ruam kulit (*National Research Council*, 2011). Pada 7 Januari 2010, kecelakaan di Laboratorium Departemen Kimia milik Universitas Texas Tech, akibat melanggar prosedur atau ketentuan penggunaan bahan kimia campuran *nickel hydrazine perchlorate* dalam melakukan penelitian hingga menyebabkan satu mahasiswa kehilangan tiga jarinya, perforasi pada mata, dan mengalami luka bakar di beberapa bagian tubuh (CSB, 2010).

Kasus lain juga pernah terjadi pada tahun 2005 di Ohio dan Mesir. Pada 8 April 2005 terjadi kebakaran di Laboratorium Kimia Universitas Ohio. Kebakaran tersebut terjadi saat beberapa siswa sedang meletakkan botol-botol berisi heksana ke dalam lemari penyimpanan solven. Tiba-tiba lemari tersebut roboh dan menyebabkan heksana tumpah berantakan di lantai yang kemudian langsung terjadi ledakan (Schulz, 2005). Sedangkan kasus di Laboratorium Teknik Kimia, Patras, Mesir, pada 27 Agustus 2005 yaitu kebakaran yang disebabkan korsleting atau terjadi arus pendek pada peralatan yang terdapat di laboratorium.

Di Laboratorium Universitas California, Los Angeles juga pernah terjadi kecelakaan sampai berakibat fatal yaitu akibat menggunakan bahan kimia T-butil lithium. T-butil lithium merupakan bahan kimia piroforik yang akan menyala secara langsung jika bereaksi dengan udara. Kecelakaan terjadi pada 16 Januari 2009, saat itu peneliti, bernama Sheharbano Sangji, tidak mengenakan jas laboratorium dan ingin memindahkan satu sendok T-butil lithium ke wadah yang lain. Tiba-tiba saja api langsung menyala dan menyambar baju peneliti sampai membuat 40% tubuhnya terbakar dan dalam waktu 18 hari peneliti tersebut akhirnya meninggal (Kemsley, 2009).

Di Indonesia, berdasarkan pengamatan kunjungan mahasiswa ke salah satu laboratorium universitas. Masih ada ditemukan mahasiswa yang bekerja di laboratorium dengan tidak memperhatikan keselamatan, seperti memipet dengan mulut, tidak menggunakan sarung tangan ataupun alat pelindung lainnya saat akan menggunakan bahan kimia. Selain itu, yang tidak berkepentingan atau mahasiswa yang sedang tidak melakukan praktikum atau penelitian dapat bebas masuk begitu saja tanpa ada izin.

Universitas Indonesia merupakan salah satu universitas yang memiliki laboratorium kimia sebagai fasilitas penunjang belajar dalam pendidikan. Beberapa kecelakaan laboratorium yang pernah terjadi di lingkup UI antara lain adalah kebakaran dan ledakan pada tahun 2005 di laboratorium yang menggunakan bahan kimia. Selain itu juga terdapat beberapa kecelakaan fisik dengan jangka tahun yang tidak tercatat dan disebabkan karena belum adanya pemahaman mengenai penggunaan peralatan dan bahan kimia secara aman (Majalah UI 2007).

Dilihat dari beberapa contoh kasus di atas, keselamatan kerja di laboratorium pastinya merupakan dambaan bagi setiap individu yang sadar akan kepentingan kesehatan, keamanan, dan kenyamanan kerja. Bekerja dengan selamat dan aman berarti menurunkan risiko kecelakaan. Laboratorium Kimia Teknik Metalurgi dan Material merupakan salah satu laboratorium kimia di UI yang digunakan sebagai penunjang dalam belajar, yang juga memiliki bahaya dan risiko yang dapat menyebabkan timbulnya risiko kesehatan dan keselamatan. Pada laboratorium tersebut belum ada kegiatan penilaian risiko. Oleh karena itu, penulis ingin melakukan penilaian risiko pada kegiatan di laboratorium guna mengetahui gambaran tingkat risiko pada kegiatan di laboratorium.

1.2 Rumusan Masalah

Laboratorium merupakan bagian dari tempat kerja yang mengandung risiko dari pajanan bahan kimia, peralatan, dan lain sebagainya. Laboratorium Kimia Teknik Metalurgi dan Material UI sebagai sarana penunjang dalam belajar, juga memiliki bahaya dan risiko yang dapat menyebabkan timbulnya risiko kesehatan dan keselamatan. Salah satu kegiatan praktikum yang ada di sana yaitu Praktikum Kimia Analitik Kuantitatif. Sumber bahaya terbesar berasal dari bahan-bahan kimia yang digunakan selama praktikum, maka diperlukan pemahaman mengenai jenis bahan kimia agar yang bekerja dengan bahan-bahan tersebut dapat lebih berhati-hati dan tahu bagaimana cara menanggulangnya jika terjadi kecelakaan. Berdasarkan hasil wawancara terhadap asisten laboratorium diketahui bahwa pada saat praktikum pernah ada beberapa kejadian, seperti pusing akibat menghirup bahan kimia, luka karena tergores pecahan kaca, tumpahan bahan kimia, dan kejadian lainnya. Selain itu, pada laboratorium tersebut belum pernah dilakukan analisis risiko. Oleh karena itu, penulis ingin melakukan analisis risiko kegiatan praktikum yang dilakukan di Laboratorium Kimia Teknik Metalurgi dan Material UI.

1.3 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka disusunlah pertanyaan penelitian sebagai berikut.

1. Apa saja hazard dan risiko keselamatan pada kegiatan Praktikum Kimia Analitik Kuantitatif di Laboratorium Kimia Departemen Teknik Metalurgi dan Material?
2. Apa saja konsekuensi dari risiko keselamatan yang dapat ditimbulkan pada kegiatan Praktikum Kimia Analitik Kuantitatif di Laboratorium Kimia Departemen Teknik Metalurgi dan Material?
3. Berapa nilai konsekuensi (*consequence*) pada kegiatan Praktikum Kimia Analitik Kuantitatif di Laboratorium Kimia Departemen Teknik Metalurgi dan Material?
4. Berapa tingkat peluang terjadinya (*likelihood*) risiko keselamatan pada kegiatan Praktikum Kimia Analitik Kuantitatif di Laboratorium Kimia Departemen Teknik Metalurgi dan Material?
5. Berapa tingkat pajanan (*exposure*) hazard yang ada pada kegiatan Praktikum Kimia Analitik Kuantitatif di Laboratorium Kimia Departemen Teknik Metalurgi dan Material?
6. Berapa besar tingkat risiko pada kegiatan Praktikum Kimia Analitik Kuantitatif di Laboratorium Kimia Departemen Teknik Metalurgi dan Material?

1.4 Tujuan Penelitian

1.4.1 Tujuan Umum

Tujuan penelitian ini adalah untuk menilai tingkat risiko pada kegiatan Praktikum Kimia Analitik Kuantitatif di Laboratorium Kimia Teknik Metalurgi dan Material Universitas Indonesia.

1.4.2 Tujuan Khusus

1. Mengetahui hazard dan risiko yang ada pada kegiatan Praktikum Kimia Analitik Kuantitatif di Laboratorium Kimia Teknik Metalurgi dan Material.
2. Mengetahui konsekuensi yang dapat ditimbulkan pada kegiatan Praktikum Kimia Analitik Kuantitatif di Laboratorium Kimia Teknik Metalurgi dan Material.

3. Mengetahui nilai konsekuensi (*consequence*) pada kegiatan Praktikum Kimia Analitik Kuantitatif di Laboratorium Kimia Teknik Metalurgi dan Material.
4. Mengetahui tingkat *likelihood* risiko keselamatan pada kegiatan Praktikum Kimia Analitik Kuantitatif di Laboratorium Kimia Teknik Metalurgi dan Material.
5. Mengetahui tingkat pajanan (*exposure*) hazard yang ada pada kegiatan Praktikum Kimia Analitik Kuantitatif di Laboratorium Kimia Teknik Metalurgi dan Material.
6. Mengetahui seberapa besar tingkat risiko pada kegiatan Praktikum Kimia Analitik Kuantitatif di Laboratorium Kimia Teknik Metalurgi dan Material.

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Manfaat bagi Peneliti

Sebagai aplikasi dari ilmu pengetahuan yang telah didapatkan selama di perkuliahan khususnya tentang *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC) pada kegiatan di laboratorium. Peneliti juga mendapatkan manfaat berupa peningkatan wawasan dan pengetahuan tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja terkait penilaian risiko khususnya di laboratorium.

1.5.2 Manfaat bagi Instansi

Penelitian ini dimaksudkan agar dapat diketahuinya tingkat risiko yang ada pada kegiatan praktikum di Laboratorium Kimia Teknik Metalurgi dan Material UI, khususnya kegiatan Praktikum Kimia Analitik Kuantitatif. Selain itu, sebagai masukan yang dapat digunakan untuk program manajemen risiko dan pengendalian di laboratorium.

1.5.3 Manfaat bagi FKM UI

Sebagai bahan masukan dalam mengembangkan ilmu dan pengetahuan K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) terutama tentang penerapan manajemen risiko di laboratorium.

1.6 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei 2012 di Laboratorium Kimia Departemen Teknik Metalurgi dan Material, Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat risiko pada kegiatan Praktikum Kimia Analitik Kuantitatif di Laboratorium Kimia Teknik Metalurgi dan Material, Universitas Indonesia. Penelitian ini dilakukan dengan mengidentifikasi bahaya-bahaya yang terdapat pada kegiatan di laboratorium, kemudian menganalisis risiko tersebut berdasarkan estimasi konsekuensi, kemungkinan (*likelihood*), dan eksposur, serta menentukan tingkat risiko (*level of risk*). Identifikasi bahaya dan risiko dilakukan dengan metode *Task Risk Analysis*, sedangkan dalam menentukan tingkat risiko dengan menggunakan metode analisis risiko semikuantitatif AS/NZS 4360 tahun 2004.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Hazard

Definisi hazard menurut Kolluru (1996) adalah sumber risiko baik itu kimia, biologi, maupun fisik atau disebut juga karakteristik suatu sistem yang berpotensi menimbulkan *accident*.

Menurut David A. Colling (1990) hazard adalah kondisi tempat kerja yang terdapat kombinasi dari beberapa variabel, yang berpotensi menimbulkan kecelakaan, luka serius, penyakit, kejadian yang tidak diinginkan dan atau disertai oleh kerusakan peralatan kerja.

Hazard (bahaya atau faktor risiko) didefinisikan sebagai segala sesuatu yang berpotensi menyebabkan kerugian, baik dalam bentuk cedera atau gangguan kesehatan pada pekerja maupun kerusakan harta benda antara lain berupa kerusakan mesin, alat, properti, termasuk proses produksi dan lingkungan serta terganggunya citra perusahaan (Kurniawidjaja, 2010).

Sedangkan menurut AS/NZS 4360:2004, hazard adalah suatu sumber yang berpotensi menimbulkan bahaya.

Jadi, hazard adalah segala sesuatu yang dapat menimbulkan kerugian atau suatu efek buruk.

2.2 Pengertian Risiko

Pengertian risiko menurut Kolluru (1996) yaitu ukuran kemungkinan (*likelihood*) dan besarnya efek yang merugikan termasuk luka, penyakit, atau kerugian ekonomi.

Risiko adalah seberapa besar peluang potensi hazard menjadi kenyataan (Kurniawidjaja, 2010).

Menurut OHSAS 18001, risiko K3 adalah kombinasi dari kemungkinan terjadinya kejadian berbahaya atau paparan dengan keparahan dari cedera atau gangguan kesehatan yang disebabkan oleh kejadian atau paparan tersebut.

Menurut AS/NZS 4360, risiko merupakan kemungkinan terjadinya sesuatu dan menimbulkan suatu dampak. Besarnya nilai risiko dapat diperoleh dari hasil perhitungan matematis perkalian antara konsekuensi dengan nilai *likelihood*.

Jadi, risiko merupakan kombinasi dari konsekuensi dan kemungkinan terjadinya sesuatu yang merugikan.

2.3 Pengertian Eksposur

Eksposur merupakan akses kemungkinan kontak dengan agen atau situasi berbahaya atau kontak batas terluar organisme dengan agen kimia, biologi, atau fisik (Kolluru, 1996).

2.4 Manajemen Risiko

Manajemen risiko adalah bagian integral dari sebuah proses manajemen dan merupakan siklus manajemen yang berkelanjutan. Manajemen risiko kesehatan kerja merupakan suatu sistem yang mencakup penilaian, pemantauan dan pengendalian risiko, dilakukan secara sistematis dan berkesinambungan berupa siklus dari serangkaian kegiatan yaitu antisipasi, rekognisi, evaluasi, dan pengendalian atau disingkat menjadi AREP (Kurniawidjaja, 2010).

Kolluru (1996) mengklasifikasikan penilaian risiko (*risk assessment*) berdasarkan fokusnya ke dalam lima jenis, yaitu:

1. *Safety Risk*

Pada umumnya risiko keselamatan memiliki ciri-ciri probabilitas yang rendah terhadap pajanan, memiliki tingkat konsekuensi kecelakaan yang tinggi, bersifat akut dan efeknya langsung. Fokusnya untuk keselamatan manusia dan pencegahan kerugian.

2. *Health Risk*

Risiko kesehatan yaitu risiko yang berdampak pada kesehatan manusia. Ciri-cirinya antara lain, yaitu tingginya probabilitas dengan tingkat pajanan dan konsekuensi yang rendah, bersifat laten, dan efeknya tidak langsung.

3. *Ecological/Environmental Risk*

Risiko lingkungan memiliki ciri-ciri, seperti perubahannya tidak terlihat, memiliki interaksi yang kompleks di antara populasi, komunitas, dan ekosistem, serta dampaknya bersifat makro.

4. *Public welfare/Goodwill Risk*

Risiko ini berhubungan dengan komunitas dan persepsi masyarakat tentang suatu organisasi dan produknya. Risiko ini juga fokus mengenai nilai estetika dan nilai-nilai di masyarakat.

5. *Financial Risk*

Risiko finansial merupakan risiko yang berhubungan dengan masalah ekonomi. Mempunyai risiko/kerugian properti jangka pendek atau jangka panjang, biaya asuransi, investasi keselamatan dan kesehatan.

Menurut ISO 31000 tahun 2009, untuk manajemen risiko yang efektif harus mempunyai prinsip-prinsip sebagai berikut.

- Manajemen risiko yang menciptakan dan melindungi nilai
- Manajemen risiko adalah bagian integral dari proses organisasi
- Manajemen risiko adalah bagian dalam pembuatan keputusan
- Manajemen risiko secara eksplisit membahas ketidakpastian
- Manajemen risiko sistematis, terstruktur, dan tepat waktu
- Manajemen risiko berdasarkan pada informasi terbaik yang tersedia
- Manajemen risiko disesuaikan
- Manajemen risiko memperhitungkan faktor manusia dan budaya
- Manajemen risiko transparan dan inklusi
- Manajemen risiko dinamis, berulang, dan responsif terhadap perubahan
- Manajemen risiko memfasilitasi perbaikan yang berkesinambungan dari organisasi

Dengan melaksanakan manajemen risiko diperoleh berbagai manfaat antara lain:

- Menjamin kelangsungan usaha dengan mengurangi risiko dari setiap kegiatan yang mengandung bahaya.

- Menekan biaya untuk penanggulangan kejadian yang tidak diinginkan.
- Menimbulkan rasa aman di kalangan pemegang saham mengenai kelangsungan dan keamanan investasinya.
- Meningkatkan pemahaman dan kesadaran mengenai risiko operasi bagi setiap unsur dalam organisasi/perusahaan.
- Memenuhi persyaratan perundangan yang berlaku.

(Ramli, 2010).

Ada beberapa kerangka atau model mengenai manajemen risiko, antara lain kerangka manajemen risiko dari Amerika, model manajemen risiko Canada, dan model manajemen risiko menurut standar Australia dan New Zealand (AS/NZS). Berikut penjelasan dari masing-masing model.

2.4.1 Model Manajemen Risiko Amerika

Pada tahun 1983, National Research Council dalam bukunya *Risk Assessment in the Federal Government: Managing The Process* membuat konsep proses penilaian risiko. Penilaian risiko yang dimaksud dalam hal ini yaitu suatu proses untuk mendapatkan gambaran mengenai efek kesehatan pada manusia, baik itu secara individu maupun populasi terhadap suatu kondisi atau bahan yang berbahaya. Sedangkan manajemen risiko merupakan proses melakukan pertimbangan dalam pengambilan keputusan terkait pengendalian risiko yang sesuai dengan kebijakan dan hasil penilaian risiko yang ada.

Dalam *Health Risk Assessment and Management Model* (gambar 2.1) penilaian risiko dibagi menjadi empat tahapan proses, yaitu identifikasi hazard, penilaian dosis-respon, penilaian pajanan, dan karakterisasi risiko.

1. Identifikasi hazard

Identifikasi hazard atau rekognisi merupakan proses menentukan apakah suatu bahan kimia terkait dengan efek kesehatan. Dalam tahapan ini dimulai dengan mengumpulkan data dan informasi yang akurat agar hasil penilaian risiko sesuai.

2. Penilaian dosis-respon

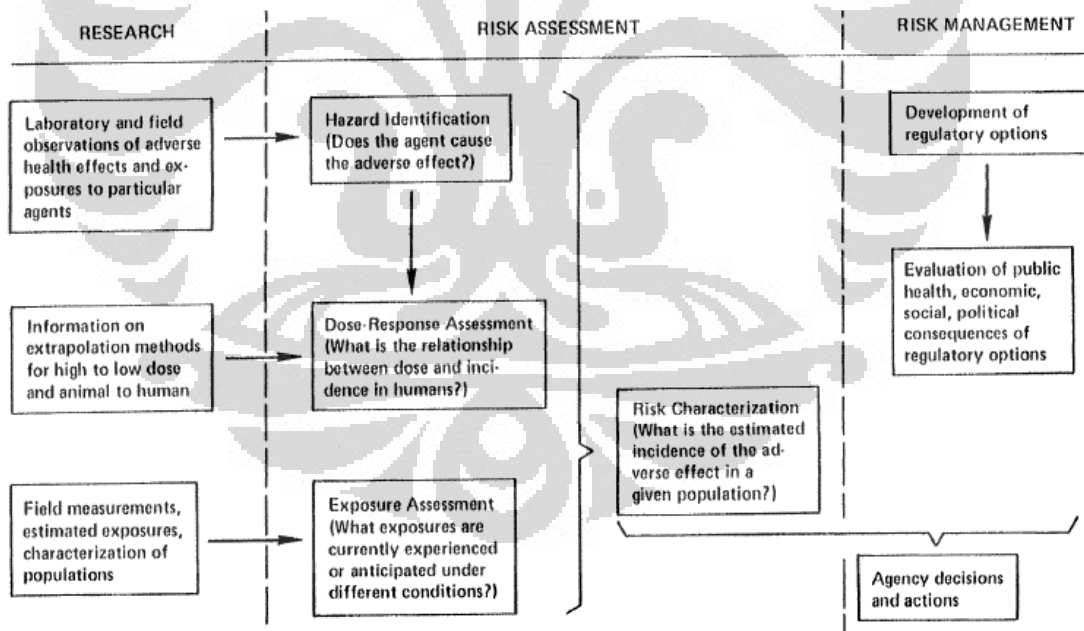
Proses penentuan hubungan antara besarnya eksposur atau pajanan yaitu dosis yang diberikan atau diterima dengan timbulnya suatu efek kesehatan yang merugikan bagi manusia. Nilai dosis-respon dipengaruhi oleh intensitas pemaparan, pola pajanan, dan juga faktor-faktor lainnya.

3. Penilaian pajanan

Proses menghitung atau mengestimasi intensitas, frekuensi, dan durasi dari tingkat pajanan suatu agen pada manusia.

4. Karakterisasi risiko

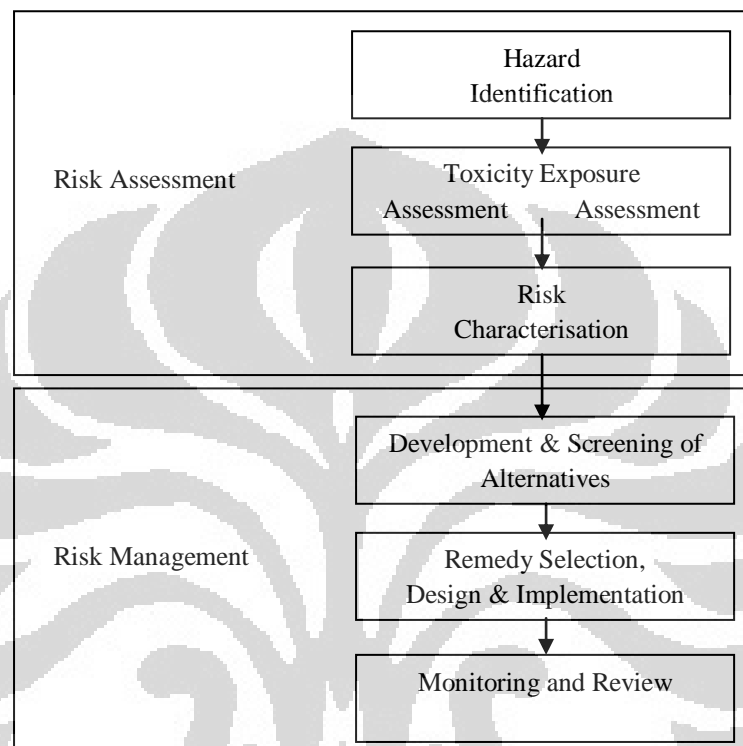
Proses mengestimasi tingkat insiden atau efek kesehatan yang terjadi dari berbagai kondisi yang diakibatkan suatu pajanan. Karakterisasi risiko ini didapatkan dari hasil mengkombinasikan pajanan dengan penilaian dosis-respon.



Gambar 2.1 Health Risk Assessment and Risk Management Model

Sumber: *National Research Council, 1983*

Kemudian Amerika membuat konsep penilaian dan manajemen risiko dengan mengikuti konsep model manajemen risiko yang telah dibuat *National Research Council*. Berikut ini adalah gambar dari model American Risk Assessment.



Gambar 2.2 American Model Risk Assessment

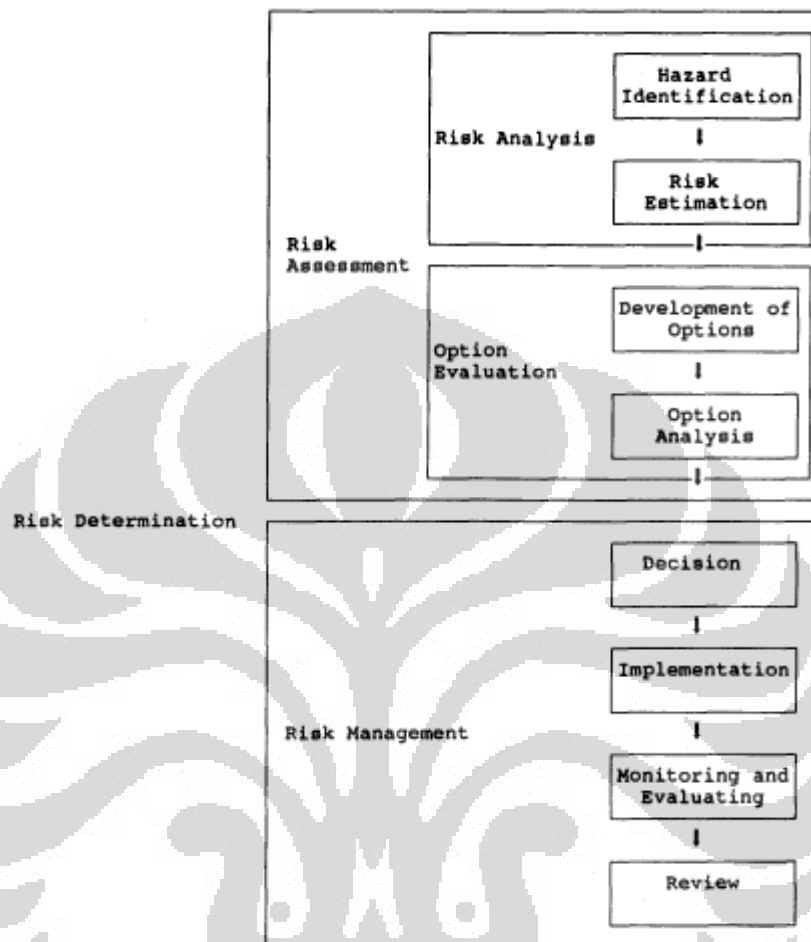
Sumber: Kolluru Rao V., et al. 1996

2.4.2 Model Manajemen Risiko Canada

Pada awal tahun 1990, Health Protection Branch, Health and Welfare Canada, mengembangkan sebuah kerangka manajemen risiko. Kerangka tersebut dikembangkan sebagai pedoman untuk membantu dalam melindungi kesehatan dan keselamatan terkait makanan, narkoba, lingkungan yang berisiko, serta untuk mengendalikan penyakit dan cedera.

Dalam kerangka ini, risiko didefinisikan sebagai hasil dari membahayakan kesehatan dari paparan agen dan probabilitas terjadinya kejadian tersebut. Penilaian risiko terdiri dari empat tahapan, yaitu identifikasi risiko, estimasi risiko, pengembangan pilihan, dan analisis pilihan. Manajemen risiko juga terdiri

dari empat tahapan, yaitu keputusan, implementasi, pemantauan, dan evaluasi. Pada setiap tahapan bisa terjadi komunikasi dengan *stakeholder*.



Gambar 2.3 Canadian Model Risk Assessment/Risk Management

Sumber: *Health Risk Determination: The Challenge of Health Protection* [HPB 1993] dalam Health Canada, 1998

Pada model *Health Protection Branch*, tahapan pertama dalam penilaian risiko adalah identifikasi hazard dan melakukan estimasi risiko. Identifikasi hazard didefinisikan sebagai rekognisi dari agen (misal bahan kimia) yang dapat menjadi hazard bagi kesehatan. Hazard dapat diidentifikasi dengan berbagai macam cara, salah satunya untuk mengidentifikasi hazard kesehatan yaitu dengan melakukan epidemiologi, studi toksikologi, dan melihat spesifikasi dari suatu bahan kimia.

Tahapan selanjutnya dalam proses penilaian risiko yaitu mengestimasi tingkat risiko. Dalam mengestimasi tingkat risiko, hal yang dilakukan yaitu termasuk menentukan faktor kemungkinan *outcome* yang dapat berdampak bagi kesehatan. Tahap ketiga dalam penilaian risiko dibagi menjadi dua fase, yaitu mengembangkan pilihan-pilihan untuk mengontrol risiko dan menganalisis pilihan tersebut.

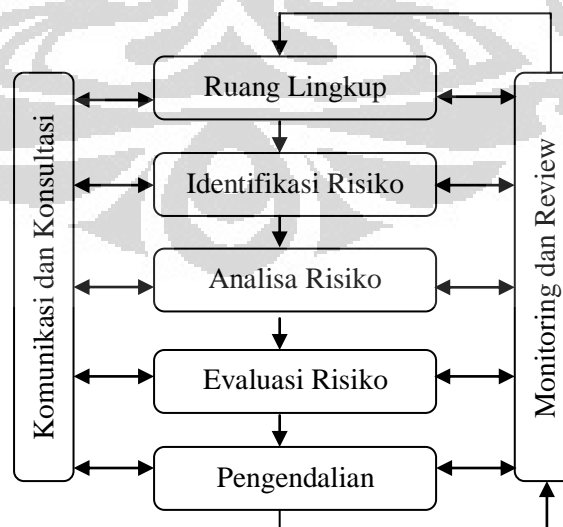
Kemudian tahap berikutnya yaitu melakukan proses manajemen risiko, mulai dari pengambilan keputusan dalam memilih pengendalian risiko yang akan digunakan sampai melakukan monitoring serta review dari semua tahapan yang telah dilakukan.

2.4.2 Manajemen Risiko Standar Ausrtalian/New Zealand

Menurut AS/NZS 4360 manajemen risiko adalah budaya, proses, dan struktur yang diarahkan untuk merealisasikan potensi kesempatan ketika mengelola efek buruk.

Secara garis besar manajemen risiko mempunyai tiga elemen utama, yaitu:

1. Identifikasi risiko (*Risk identification*)
2. Penilaian risiko (*Risk assessment*)
3. Pengendalian risiko (*Risk control*)



Gambar 2.4 Proses Manajemen Risiko AS/NZS 4360, 2004

Sumber: AS/NZS 4360, 2004

Pada model ini dimulai dengan menetapkan ruang lingkup manajemen risiko baik itu eksternal maupun internal di mana seluruh proses kegiatan akan berlangsung. Kriteria terhadap risiko yang akan dievaluasi harus ditentukan dan struktur analisis telah didefinisikan. Selanjutnya melakukan penilaian risiko yaitu metode untuk menentukan prioritas dan mengatur tujuan dari sebuah organisasi untuk mengeliminasi bahaya dan menurunkan risiko-risiko yang ada. Baru setelah itu melakukan pengendalian risiko. Dalam melakukan setiap tahapan manajemen risiko harus selalu berkomunikasi dan konsultasi dengan setiap *stakeholders* internal maupun eksternal yang sesuai di setiap tahap proses manajemen risiko dan proses secara keseluruhan. Melakukan monitoring dan review juga menjadi bagian penting dalam menjalankan manajemen risiko.

2.5 Proses Manajemen Risiko

Dari kerangka atau model manajemen risiko yang ada, model manajemen risiko AS/NZS 4360 merupakan model manajemen risiko global yang biasa dipakai. Selain itu, dalam model ini juga terdapat tabel penilaian risiko secara kualitatif dan semi kuantitatif yang dapat dipakai untuk melakukan analisis risiko. Oleh karena itu, dalam penjelasan mengenai hal ini akan dibahas proses manajemen risiko menurut standar Australia/New Zealand.

Dalam AS/NZS 4360 disebutkan bahwa proses manajemen risiko merupakan aplikasi secara sistematis dari kebijakan manajemen, prosedur, dan praktik terhadap komunikasi, menetapkan konteks, identifikasi, analisis, evaluasi, pengendalian, monitoring, dan tinjau ulang risiko.

2.5.1 Identifikasi Risiko

Pada tahap ini akan dilakukan identifikasi terhadap semua risiko yang ada. Tujuannya adalah untuk membuat daftar risiko secara komprehensif dari kejadian yang mungkin dapat berdampak pada setiap tahapan kegiatan. Teknik yang biasa digunakan untuk mengidentifikasi bahaya adalah *checklist*, *flow charts*, *brainstorming*, dan analisis skenario. Berikut penjelasan beberapa teknik atau metode dalam mengidentifikasi bahaya.

1. *Checklist*

Identifikasi bahaya yang dilakukan dengan membuat daftar periksa (*checklist*) pemeriksaan bahaya di tempat kerja atau sumber potensi kecelakaan yang mungkin terjadi. Daftar periksa dapat dikembangkan sesuai dengan kebutuhan dan kondisi.

2. *What-if*

Teknik identifikasi bahaya yang bersifat *brainstroming* untuk memformulasikan setiap pertanyaan meliputi kejadian yang akan menimbulkan konsekuensi yang tidak diinginkan. Dalam penyampaianya dipandu dengan menggunakan kata “*what-if*”. Sebagai contoh, *what-if* jika pompa tiba-tiba mati, *what-if* jika alat pengaman tidak berfungsi.

3. *Preliminary Hazard Analysis (PHA)*

Teknik identifikasi bahaya yang digunakan ketika belum terdapat semua informasi yang dibutuhkan untuk suatu sistem. Biasanya metode ini diaplikasikan pada proses baru dengan tujuan untuk mengenali/merekognisi bahaya awal.

4. *Job Safety Analysis (JSA)*

Teknik analisa bahaya yang secara mendetail mengidentifikasi dari langkah-langkah setiap tahapan pekerjaan. Tahapan dalam melakukan JSA antara lain:

- a. Memilih pekerjaan yang akan dilakukan analisis.
- b. Memecah pekerjaan ke dalam beberapa tahap pekerjaan.
- c. Melakukan identifikasi bahaya yang berhubungan dengan setiap tahapan pekerjaan.
- d. Identifikasi konsekuensi yang mungkin terjadi.
- e. Evaluasi bahaya yang ada.

(Ramli, 2010).

5. *Job Hazard Analysis (JHA)*

Menurut OSHA 3071, *Job Hazard Analysis* merupakan teknik yang berfokus pada tahapan pekerjaan sebagai cara untuk mengidentifikasi bahaya sebelum suatu kejadian yang tidak diinginkan terjadi. Teknik ini lebih fokus pada interaksi antara pekerja, pekerjaan, alat, dan lingkungan.

JHA dapat diterapkan dalam berbagai jenis pekerjaan, tetapi terdapat beberapa prioritas pekerjaan yang perlu diperhatikan, yaitu:

- a. Pekerjaan dengan tingkat kecelakaan yang tinggi.
- b. Pekerjaan yang berpotensi menyebabkan luka, cacat, atau sakit meskipun tidak ada insiden.
- c. Pekerjaan yang apabila terdapat kesalahan kecil dapat memicu terjadinya kecelakaan yang parah.
- d. Pekerjaan yang baru atau yang mengalami perubahan dalam proses/prosedur.
- e. Pekerjaan yang cukup kompleks untuk ditulis instruksinya.

6. *Task Risk Analysis*

Metode ini berguna untuk mengidentifikasi bahaya yang berkaitan dengan pekerjaan atau suatu tugas. Misalnya bahaya pada aktivitas tukang las, operator alat berat, dan lain-lain (Ramli, 2009). Dalam *Task Risk Assessment Guide: Step Change in Safety* dijelaskan metode ini berdasarkan langkah kerja (*task*) dari suatu kegiatan yang dilakukan.

7. *Hazard and Operability study (HAZOPs)*

HAZOPs biasa digunakan pada tahap disain dari suatu proses ataupun ketika ada perubahan proses. HAZOPs dilakukan dalam bentuk tim dengan menggunakan kata bantu (*guide word*), seperti *more, low, less, no, high, part of*, yang kemudian digabungkan dengan parameter tekanan, temperatur, aliran, dan lainnya. Metode ini biasanya banyak digunakan di industri proses, seperti industri kimia, petrokimia, dan kilang minyak (Ramli, 2010).

8. *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

Teknik identifikasi bahaya yang digunakan pada peralatan atau sistem. Teknik ini mengidentifikasi apa saja kemungkinan kegagalan yang dapat terjadi serta dampak yang mungkin ditimbulkannya.

9. *Fault Tree Analysis (FTA)*

Metode analisis dimulai dengan menetapkan kejadian puncak (*top event*) yang mungkin terjadi dalam sistem atau proses, yang kemudian diidentifikasi akibat yang dapat mengakibatkan kegagalan tersebut.

2.5.2 Analisis Risiko

Analisis risiko merupakan proses sistematis untuk menghitung tingkat risiko yang ada. Tujuan dari analisis risiko adalah untuk menentukan apakah risiko yang ada berada pada tingkat yang dapat diterima atau tidak dan membutuhkan pengendalian risiko. Risiko dianalisis dengan menggabungkan konsekuensi dan kemungkinan dari suatu kejadian serta mempertimbangkan program pengendalian yang sudah dilakukan.

Metode analisis risiko ada yang bersifat kualitatif, semikuantitatif, dan kuantitatif.

1. Analisis Kualitatif

Analisis kualitatif merupakan penilaian tingkat risiko dengan menggunakan bentuk kata untuk menjelaskan besarnya potensi konsekuensi dan kemungkinan konsekuensi yang akan terjadi. Kemudian faktor-faktor tersebut dikombinasikan dengan menggunakan matriks risiko untuk mendapatkan tingkat risiko. Dalam analisis kualitatif dihasilkan skala kategori tingkat risiko, yaitu risiko sangat tinggi, tinggi, sedang, dan rendah.

Analisis kualitatif biasanya digunakan sebagai skrining awal dalam identifikasi risiko yang membutuhkan analisis lebih lengkap. Selain itu, analisis ini dapat digunakan jika data numerik atau sumber tidak memadai untuk melakukan analisis kuantitatif.

Tabel 2.1 Analisis Risiko Kualitatif Faktor Konsekuensi

<i>Level</i>	<i>Descriptor</i>	<i>Examples</i>
1	<i>Insignificant</i>	Tidak terjadi cedera, kerugian finansial
2	<i>Minor</i>	Cidera ringan, kerugian finansial sedang
3	<i>Moderate</i>	Cidera sedang, perlu penanganan medis, kerugian finansial besar
4	<i>Major</i>	Cidera berat lebih satu orang, kerugian besar, gangguan produksi
5	<i>Catastrophic</i>	Fatal lebih dari satu orang, kerugian sangat besar dan berdampak panjang, terhentinya seluruh kegiatan.

Sumber: AS/NZS 4360, 2004

Tabel 2.2 Analisis Risiko Kualitatif Faktor *Likelihood*

<i>Level</i>	<i>Descriptor</i>	<i>Examples</i>
A	<i>Almost certain</i>	Paling sering terjadi
B	<i>Likely</i>	Kemungkinan terjadi sering
C	<i>Moderate</i>	Mungkin terjadi di waktu tertentu
D	<i>Unlikely</i>	Jarang, tetapi mungkin terjadi
E	<i>Rare</i>	Mungkin terjadi, tetapi di kondisi-kondisi tertentu saja

Sumber: AS/NZS 4360, 2004

Tabel 2.3 Matriks Analisis Risiko Kualitatif

<i>Likelihood</i>	<i>Consequences</i>				
	<i>Insignificant</i>	<i>Minor</i>	<i>Moderate</i>	<i>Major</i>	<i>Catastrophic</i>
	1	2	3	4	5
A (<i>Almost certain</i>)	H	H	E	E	E
B (<i>Likely</i>)	M	H	H	E	E
C (<i>Possible</i>)	L	M	H	E	E
D (<i>Unlikely</i>)	L	L	M	H	E
E (<i>Rare</i>)	L	L	M	H	H

Sumber: AS/NZS 4360, 2004

Keterangan:

E = *Extreme risk* – Risiko sangat tinggi

H = *High risk* – Risiko tinggi

M = *Moderate risk* – Risiko sedang

L = *Low risk* – Risiko rendah

2. Analisis Semikuantitatif

Dalam analisis semikuantitatif, skala kualitatif yang telah disebutkan di atas diberikan nilai sehingga dapat diketahui tingkat besarnya konsekuensi dan kemungkinan sesuatu terjadi. Tujuannya adalah untuk memberikan peringkat skala, bukan untuk memberikan nilai sebenarnya. Setiap nilai yang diberikan harus menggambarkan derajat konsekuensi dan probabilitas yang ada.

Tabel 2.4 Analisis Risiko Semikuantitatif

Factor	Description	Rating
Consequences	<i>Catastrophe</i> : kematian massal, mengalami kerusakan lebih dari \$1 million, kerusakan permanen pada lingkungan setempat.	100
	<i>Disaster</i> : kematian, kerusakan permanen yang bersifat lokal terhadap lingkungan, kerugian \$500.000-\$2.000.000	50
	<i>Very serious</i> : cacat permanen, penyakit, kerusakan lingkungan yang bersifat sementara, kerugian finansial \$50.000-\$500.000	25
	<i>Serious</i> : efek serius pada pekeja, tetapi tidak bersifat permanen, efek yang merugikan bagi lingkungan tetapi tidak tidak besar, kerugian \$5000-\$50.000.	15
	<i>Important</i> : membutuhkan perawatan medis, ada emisi di luar lokasi, tetapi tidak mengakibatkan kerusakan, kerugian \$500-\$5000.	5
	<i>Noticeable</i> : luka-luka atau sakit ringan, kerusakan kecil kurang dari \$500, sedikit kerugian produksi, kerugian kecil pada peralatan/mesin, tetapi tidak mengakibatkan pencemaran di luar.	1
	Likelihood	<i>Almost certain</i> : terjadi kemungkinan yang paling sering terjadi
<i>Likely</i> : kemungkinan terjadinya kecelakaan 50%:50%		6
<i>Unusual but possible</i> : tidak biasa terjadi namun mungkin terjadi		3
<i>Remotely possible</i> : kemungkinan yang terjadinya sangat kecil		1
<i>Conceivable</i> : tidak pernah terjadi kecelakaan bertahun-tahun, tetapi mungkin terjadi		0.5
<i>Practically impossible</i> : sangat tidak mungkin terjadi		0.1
Exposure	<i>Continuosly</i> : beberapa kali dalam sehari	10
	<i>Frequently</i> : kira-kira satu kali dalam sehari	6
	<i>Occasionally</i> : satu kali dalam seminggu sampai satu kali sebulan	3
	<i>Infrequent</i> : sekali sebulan sampai sekali dalam setahun	2
	<i>Rare</i> : tidak diketahui kapan terjadinya	1
	<i>Very rare</i> : sangat tidak diketahui kapan terjadinya	0.5

Sumber: AS/NZS 4360, 2004

Tabel 2.5 Level Risiko

<i>Risk Level</i>	<i>Degree</i>	<i>Action</i>	<i>Hierarchi of control</i>
>350	<i>Very high</i>	Stop aktivitas sampai risiko dikurangi	Engineering
180-350	<i>Priority 1</i>	Mebutuhkan tindakan perbaikan segera	Administratif
70-180	<i>Substantial</i>	Mebutuhkan tindakan perbaikan	Pelatihan
20-70	<i>Priority 3</i>	Mebutuhkan perhatian dan pengawasan	Alat Pelindung Diri
<20	<i>Acceptable</i>	Intensitas kegiatan yang menimbulkan risiko dikurangi seminimal mungkin	-

Sumber: AS/NZS 4360, 2004

3. Analisis Kuantitatif

Analisis kuantitatif menggunakan nilai numerik untuk menentukan perhitungan konsekuensi dan probabilitas/kemungkinan suatu kejadian. Kualitas dari metode analisis ini tergantung pada ketepatan dan kelengkapan data yang ada. Hasil perhitungan analisis kuantitatif akan memberikan data yang lebih akurat dibandingkan analisis kualitatif dan semikuantitatif.

2.5.3 Evaluasi Risiko

Evaluasi risiko adalah membandingkan tingkat risiko yang telah dihitung pada tahapan analisis risiko dengan kriteria standar yang digunakan dan juga mempertimbangkan antara manfaat yang menguntungkan dan hasil yang merugikan. Dengan melakukan hal ini memungkinkan untuk dilakukannya pengambilan keputusan yang harus dibuat.

2.5.4 Pengendalian Risiko

Pengendalian risiko meliputi identifikasi berbagai pilihan atau alternatif pengendalian risiko, menilai pilihan-pilihan yang ada, serta rencana persiapan dan pelaksanaan pengendalian. Adapun alternatif-alternatif pengendalian risiko yang dapat dilakukan antara lain sebagai berikut.

- Menghindari risiko dengan tidak memulai atau melanjutkan kegiatan yang berisiko.

- Mengurangi probabilitas atau kemungkinan (*reduce likelihood*)
Pengurangan kemungkinan dapat dilakukan dengan berbagai pendekatan pengendalian yaitu secara teknis, administratif, dan pendekatan manusia.
- Mengurangi konsekuensi (*reduce consequences*)
Mengendalikan risiko dengan melakukan pengurangan konsekuensi atau keparahan yang ditimbulkannya merupakan tindakan pencegahan kerugian atau dampak.
- Membagi risiko (*sharing the risk*)
Membagi risiko atau transfer risiko, jadi pengalihan risiko ke pihak lain sehingga beban risiko yang ditanggung perusahaan menurun. Hal ini dapat dilakukan dengan beberapa cara, seperti kontraktual dan asuransi.

2.6 Laboratorium

2.6.1 Definisi Laboratorium

Laboratorium menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia adalah tempat atau kamar tertentu yang dilengkapi dengan peralatan untuk mengadakan percobaan. Sedangkan menurut standar laboratorium OSHA 29 CFR 1910.1450, laboratorium merupakan tempat kerja berlangsungnya aktivitas penanganan bahan kimia dan penggunaan bahan kimia dalam kuantitas relatif kecil pada aktivitas yang bersifat non-produksi.

2.6.2 Bahaya-Bahaya di Laboratorium

Dalam Buku Keselamatan dan Keamanan Laboratorium: Panduan Pengelolaan Bahan Kimia dari *National Research Council of The National Academics* disebutkan jenis-jenis bahaya dan risiko yang terdapat di laboratorium, antara lain yaitu:

2.6.2.1 Bahan-bahan Kimia Berbahaya

Salah satu risiko yang sulit diprediksi dan paling berbahaya yang dihadapi pegawai di dalam laboratorium adalah kadar racun berbagai bahan kimia. Di laboratorium kimia, tidak ada satu zat pun yang sepenuhnya aman dan semua bahan kimia menghasilkan efek beracun jika zat tersebut dalam jumlah yang

cukup tersentuh oleh sistem hidup. Banyak bahan kimia memiliki lebih dari satu jenis kandungan racun.

Bahan-bahan kimia berbahaya adalah bahan-bahan yang selama proses pembuatan, pengolahan, pengangkutan, penyimpanan, dan penggunaannya mempunyai kemungkinan menimbulkan dan membebaskan debu, kabut, uap, gas, atau radisa pengion yang mungkin menimbulkan iritasi, keracunan, kebakaran, ledakan, dan bahaya lain dalam jumlah tertentu yang memungkinkan timbulnya gangguan kesehatan terhadap orang yang terpapar atau menyebabkan kerusakan pada barang-barang atau properti (Suma'mur, 1967).

Klasifikasi atau penggolongan bahan-bahan kimia berbahaya diperlukan untuk memudahkan pengenalan serta cara penanganan. Secara umum bahan-bahan kimia berbahaya dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, yaitu:

1. Bahan kimia beracun (*Toxic substances*)

Bahan kimia yang dapat menyebabkan bahaya terhadap kesehatan manusia atau menyebabkan kematian apabila terserap ke dalam tubuh karena tertelan, terhirup, atau kontak lewat kulit.

2. Bahan kimia korosif/iritan (*Corrosive substances*)

Bahan kimia yang dapat menyebabkan kerusakan apabila kontak dengan jaringan tubuh, seperti kulit, mata, dan saluran pernafasan, dan bahan lain. Kerusakan yang terjadi dapat berupa luka, peradangan, iritasi, dan sensitisasi. Bahan kimia korosif dapat dikelompokkan sesuai wujud zatnya, yaitu cair, padat, dan gas.

- a. Bahan korosif cair

Bahaya akan timbul apabila kontak dengan kulit atau mata yang menyebabkan proses pelarutan atau denaturasi protein. Contoh: asam nitrat, asam sulfat, asam klorida.

- b. Bahan korosif padat

Iritasi yang ditimbulkan oleh zat padat korosif tergantung pada kelarutan zat ke kulit yang lembab. Contoh: natrium hidroksida, kalium hidroksida, kalsium hidroksida.

c. Bahan korosif gas

Sangat berbahaya terutama karena terhirup dan merusak saluran pernafasan. Jenis gas iritan dapat digolongkan pada besar kecilnya kelarutan yang juga menentukan daerah sasaran atau target pada saluran pernafasan.

- Gas amat larut dalam air, merusak saluran pernafasan bagian atas.

Contoh: amonia, asam klorida, formaldehida

- Gas dengan kelarutan sedang, merusak saluran pernafasan bagian atas dan bagian dalam.

Contoh: belerang, klor, arsen triklorida

- Gas dengan kelarutan kecil, merusak saluran pernafasan bagian dalam. Contoh: ozon, nitrogen, fosgen

3. Bahan kimia mudah terbakar (*Flammable substances*)

Bahan kimia yang mudah bereaksi dengan oksigen dan dapat menimbulkan kebakaran. Contoh: alkohol, metanol, benzena.

4. Bahan kimia mudah meledak (*Explosive substances*)

Suatu zat padatan atau cair atau campuran keduanya yang karena suatu reaksi kimia dapat menghasilkan gas dalam jumlah dan tekanan yang besar serta suhu yang tinggi sehingga dapat menimbulkan kerusakan.

5. Bahan kimia oksidator

Bahan kimia yang dapat menghasilkan oksigen dalam penguraian atau reaksinya dengan senyawa lain. Bahan tersebut juga bersifat reaktif dan eksplosif serta sering menimbulkan kebakaran. Contoh: permanganat, hidrogen peroksida.

6. Bahan kimia reaktif terhadap air

Bahan-bahan kimia yang mudah bereaksi dengan air menghasilkan panas dan atau gas yang mudah terbakar. Contoh: logam-logam alkali, seperti Natrium, Kalium, Calsium.

7. Bahan kimia reaktif terhadap asam

Bahan kimia yang mudah bereaksi dengan asam dan menghasilkan panas serta gas yang mudah terbakar atau gas yang beracun dan korosif.

8. Gas bertekanan tinggi

Gas yang disimpan di bawah tekanan, baik gas yang ditekan maupun gas cair atau gas yang dilarutkan di bawah tekanan. Contoh: nitrogen, hidrogen, asetilen.

9. Bahan kimia radioaktif

Bahan kimia yang mempunyai kemampuan memancarkan sinar-sinar radiasi, seperti alpha, beta, atau gamma yang dapat membahayakan tubuh manusia.

Pengaruh bahan kimia terhadap keselamatan dan kesehatan kerja dalam industri dan laboratorium dapat berupa (Imamkhasani, 1991):

1. Kebakaran

Adanya bahan-bahan kimia mudah terbakar, seperti pelarut organik atau gas-gas yang kontak dengan sumber panas dapat menimbulkan kebakaran. Sumber panas dapat berupa api terbuka, logam panas, bara api, atau loncatan listrik. Kebakaran dapat pula menimbulkan terurainya bahan lain yang mungkin menimbulkan zat beracun atau menimbulkan ledakan.

2. Peledakan

Ledakan merupakan reaksi yang amat cepat dan menghasilkan gas-gas dalam jumlah besar. Peledakan dapat terjadi oleh reaksi dari bahan peledak atau gas-gas mudah terbakar atau reaksi dari berbagai jenis peroksida. Peledakan juga dapat terjadi oleh gas cair atau bertekanan tinggi yang tak terkendali.

3. Iritasi

Kerusakan atau peradangan atau sensitasi dari permukaan tubuh yang lembab, seperti kulit, mata, dan saluran pernafasan oleh bahan-bahan kimia korosif.

4. Keracunan

Keracunan akut sebagai akibat absorpsi bahan kimia dalam jumlah besar dan dalam waktu jangka pendek serta dapat berakibat fatal atau kematian. Keracunan kronis karena absorpsi zat kimia beracun dalam jumlah sedikit,

tetapi dalam waktu yang lama sehingga akibatnya baru dirasakan pada jangka panjang.

Menurut buku Pedoman Keamanan Laboratorium Departemen Kesehatan, bahaya yang ditimbulkan oleh bahan kimia dapat diklasifikasikan dalam 4 kategori, yaitu *health hazard*, *flammability*, *reactivity*, dan *speceial hazard*. Klasifikasi bahaya bahan kimia ini mengacu pada NFPA 704: *Labeling Guide*.

Tabel 2.6 Klasifikasi Bahaya Bahan Kimia

<i>Health Hazard (Blue)</i>		
4	<i>Danger</i>	Dapat menyebabkan kematian atau luka parah. Perlu peralatan khusus.
3	<i>Warning</i>	Dapat menyebabkan luka serius meskipun telah mendapat pengobatan
2	<i>Warning</i>	Dapat menyebabkan luka. Berbahaya jika terhirup
1	<i>Caution</i>	Dapat menimbulkan iritasi
0		Tidak menimbulkan bahaya
<i>Flammability (Red)</i>		
4	<i>Danger</i>	Gas mudah terbakar atau cairan yang sangat mudah terbakar
3	<i>Warning</i>	Bahan kimia <i>flammable</i> cair dengan <i>flash point</i> di bawah 100°F
2	<i>Caution</i>	Bahan kimia <i>combustible</i> dengan <i>flash point</i> antara 100-200°F
1		Terbakar jika dipanaskan
0		Tidak mudah terbakar
<i>Reactivity (Yellow)</i>		
4	<i>Danger</i>	Dapat segera meledak
3	<i>Danger</i>	Dapat meledak jika ada pencetus yang kuat atau dipanaskan dalam ruang tertutup
2	<i>Warning</i>	Tidak stabil dan dapat bereaksi hebat dengan air.
1	<i>Caution</i>	Bersifat tidak stabil pada suhu tinggi dan jika ada tekanan, bereaksi dengan air.
0	<i>Stable</i>	Tidak bereaksi dengan air
<i>Special Hazard (White)</i>		
W		Reaktif dengan air
Oxy		Oksidasi

2.6.2.2 Bahaya Hayati

Bahaya hayati merupakan masalah di laboratorium yang menangani mikroorganisme atau bahan yang terkontaminasi mikroorganisme. Bahaya-bahaya ini biasanya muncul di laboratorium penelitian klinis dan penyakit menular, tetapi mungkin juga muncul di laboratorium lain. Penilaian risiko bahan bahaya hayati perlu mempertimbangkan sejumlah faktor, antara lain organisme yang dimanipulasi, perubahan yang dilakukan terhadap organisme tersebut, dan kegiatan yang akan dilakukan dengan organisme tersebut.

2.6.2.3 Bahaya Fisik akibat Peralatan Laboratorium

Beberapa pengoperasian laboratorium menimbulkan bahaya fisik bagi pegawai akibat bahan atau peralatan yang digunakan. Bahaya fisik di laboratorium meliputi berikut ini.

- gas mampat;
- kriogen tidak mudah menyala;
- reaksi tekanan tinggi;
- kerja vakum;
- bahaya frekuensi radio dan gelombang mikro; dan
- bahaya listrik.

Pegawai juga menghadapi bahaya tempat kerja umum akibat kondisi atau kegiatan di laboratorium. Potensi bahaya fisik meliputi luka terpotong, tergelincir, tersandung, terjatuh, dan cedera gerakan berulang.

2.6.2.4 Limbah Berbahaya

Hampir setiap laboratorium menghasilkan limbah. Limbah adalah bahan yang dibuang atau hendak dibuang, atau tidak lagi berguna berdasarkan peruntukannya. Sebuah bahan dianggap limbah jika dibiarkan atau jika dianggap “seperti limbah,” seperti bahan tumpah. Limbah diklasifikasikan sebagai bahan berbahaya atau tidak berbahaya dan bisa meliputi barang-barang seperti bahan laboratorium sekali pakai, media filter, larutan cair, dan bahan kimia berbahaya. Limbah yang berpotensi berbahaya memiliki satu atau beberapa sifat berikut ini: daya sulut, korosivitas, reaktivitas, atau toksisitas.

2.6.3 Aspek Pengkomunikasian Bahaya di Laboratorium

Elemen penting dalam perencanaan sebuah percobaan yang dilakukan di laboratorium adalah penilaian bahaya dan potensi risiko yang berhubungan dengan bahan kimia dan peralatan laboratorium yang digunakan. Oleh karena itu dibutuhkan sumber informasi mengenai data substansi bahan kimia yang bersifat toksik, *flammable*, dan lain-lain. Hal itu bisa didapatkan melalui pelabelan bahan kimia, lembar data keselamatan bahan kimia atau MSDS, sistem klasifikasi bahaya GHS (*Globally Harmonized System*), *Laboratory Chemical Safety Summary* (LCSS), pelatihan, dan sumber informasi lainnya (*National Academy of Sciences*, 2011).

1. *Material Safety Data Sheet* (MSDS)

Standar Pengkomunikasian Bahaya OSHA 29 CFR 1910.1200 menyarankan manufaktur/produsen dan distributor bahan kimia berbahaya untuk menyediakan MSDS bagi pengguna, yang berisi tentang informasi terkait bahaya dari bahan kimia serta informasi lainnya. *Material Safety Data Sheets* merupakan dokumen yang berisi informasi mengenai bahaya potensial suatu bahan kimia. MSDS merupakan sebuah dokumen teknis, yang secara umum dimulai dengan kompilasi data tentang karakteristik fisik, kimia, dan sifat toksikologi dari bahan kimia, disertai dengan rekomendasi singkat penanganan, penyimpanan, dan pembuangan juga terdapat prosedur pertolongan pertama dan tanggap darurat. Tidak ada ketentuan format dalam MSDS, tetapi OSHA merekomendasikan format 16 elemen yang dibuat oleh American National Standards Institute (ANSI Z400.1) yaitu identifikasi bahan kimia, identifikasi bahaya, komposisi/informasi yang terdapat pada kandungan bahan kimia, prosedur pertolongan pertama, prosedur pemadaman kebakaran, prosedur kejadian pelepasan bahan kimia ke udara, penanganan dan penyimpanan, pengendalian eksposur/alat eplindung diri, properti fisik dan kimia, data stabilitas dan reaktivitas bahan kimia, informasi toksikologi, informasi ekologis, tindakan penanganan limbah, informasi pengangkutan, informasi regulasi, dan informasi lainnya. Adapun informasi umum yang biasa ditemukan dalam MSDS, yaitu:

- a. Nama bahan kimia
Berisi tentang nama bahan kimia dari produk itu.
 - b. Produsen
Bagian ini menyediakan data tentang produsen bahan kimia yang meliputi alamat, kontak telepon ataupun email guna memudahkan pengguna dalam menghubungi produsen untuk mendapatkan informasi tambahan terkait bahan kimia.
 - c. Informasi bahan kimia
Berisi tentang kode bahan kimia, nama lain dari bahan kimia tersebut, komposisi, dan sebagainya.
 - d. Karakteristik fisik dan kimia
Bagian ini berisi tentang karakteristik fisik dan kimia dari bahan kimia, seperti bentuk, warna, berat molekul, titik didih, titik lebur, dan sebagainya.
 - e. Data reaktivitas
Bagian ini berisi tentang data reaktivitas suatu bahan kimia dengan bahan lainnya.
 - f. Bahaya kesehatan
Bahaya kesehatan yang terdapat pada MSDS berupa bahaya kesehatan akut dan kronik yang disertai dengan gejala maupun tanda-tanda.
 - g. Prosedur penanganan dan penyimpanan
Bagian ini secara umum terdiri atas daftar tindakan pencegahan yang harus diambil dalam menangani dan menyimpan bahan kimia.
 - h. Prosedur tanggap darurat
Secara umum pada bagian ini terdapat rekomendasi mengenai prosedur penanganan kebakaran, tindakan pertolongan pertama, serta langkah-langkah yang harus diambil jika ada tumpahan, dan hal-hal lainnya yang tidak diinginkan.
2. *Globally Harmonized System (GHS)*
- Sistem pengklasifikasian dan pelabelan bahan kimia GHS merupakan suatu sistem yang bersifat internasional untuk pengklasifikasian dan pengkomunikasian bahaya. GHS mendefinisikan dan mengklasifikasikan

bahaya bahan kimia dan mengkomunikasikan informasi kesehatan serta keselamatan yang terdapat pada label dan MSDS. GHS mengklasifikasikan bahan kimia berdasarkan sifat fisiknya, bahaya kesehatan, dan bahaya lingkungan, memberikan sinyal dalam bentuk kata-kata, pernyataan bahaya, dan standar piktogram untuk menunjukkan bahaya dan tingkat keparahan dari suatu bahan kimia. GHS mengklasifikasikan sifat fisik suatu bahan kimia ke dalam 16 tipe, untuk bahaya kesehatan dibagi ke dalam 10 tipe, dan bahaya lingkungan.

		
<ul style="list-style-type: none"> • Oxidizers 	<ul style="list-style-type: none"> • Flammables • Self Reactives • Pyrophorics • Self-Heating • Emits Flammable Gas • Organic Peroxides 	<ul style="list-style-type: none"> • Explosives • Self Reactives • Organic Peroxides
		
<ul style="list-style-type: none"> • Acute Toxicity 	<ul style="list-style-type: none"> • Corrosives 	<ul style="list-style-type: none"> • Gases Under Pressure
		
<ul style="list-style-type: none"> • Carcinogen • Respiratory Sensitizer • Reproductive Toxicity • Target Organ Toxicity • Mutagenicity • Aspiration Toxicity 	<ul style="list-style-type: none"> • Irritant • Dermal Sensitizer • Acute toxicity (harmful) • Narcotic Effects • Respiratory Tract • Irritation 	<ul style="list-style-type: none"> • Environmental Toxicity

Gambar 2.5 Sistem Pelabelan GHS

Sumber: *National Academy of Sciences*, 2011

3. Label

Standar OSHA mengharuskan produsen dan importir bahan kimia untuk memberikan label peringatan bahaya pada kontainer atau wadah tempat bahan kimia. Biasanya label menyajikan tentang ringkasan nonteknis mengenai bahaya utama yang terdapat dalam kontainer. Label harus terdiri dari nama bahan kimia, konsentrasi, purity, tanggal bahan kimia tersebut dikemas, informasi mengenai bahaya, dan tindakan pencegahan saat pemakaian. Label bahan kimia harus tahan air dan menggunakan tinta tahan air juga.

4. *Laboratory Chemical Safety Summary* (LCSS)

Laboratory Chemical Safety Summary merupakan informasi ringkasan tentang keselamatan bahan kimia di laboratorium. LCSS memberikan informasi penting yang dibutuhkan untuk menilai risiko yang terkait dengan penggunaan bahan kimia tertentu di laboratorium. Informasi yang terdapat di dalam LCSS antara lain yaitu karakteristik fisik, kimia, dan data toksisitas. Selain itu juga terdapat data khusus, seperti tingkat flamabilitas, tingkat reaktivitas, tingkat eksplosif dari bahan kimia itu, rekomendasi penanganan, penyimpanan, dan pembuangan bahan kimia, serta prosedur pertolongan pertama dan tanggap darurat.

5. Pelatihan

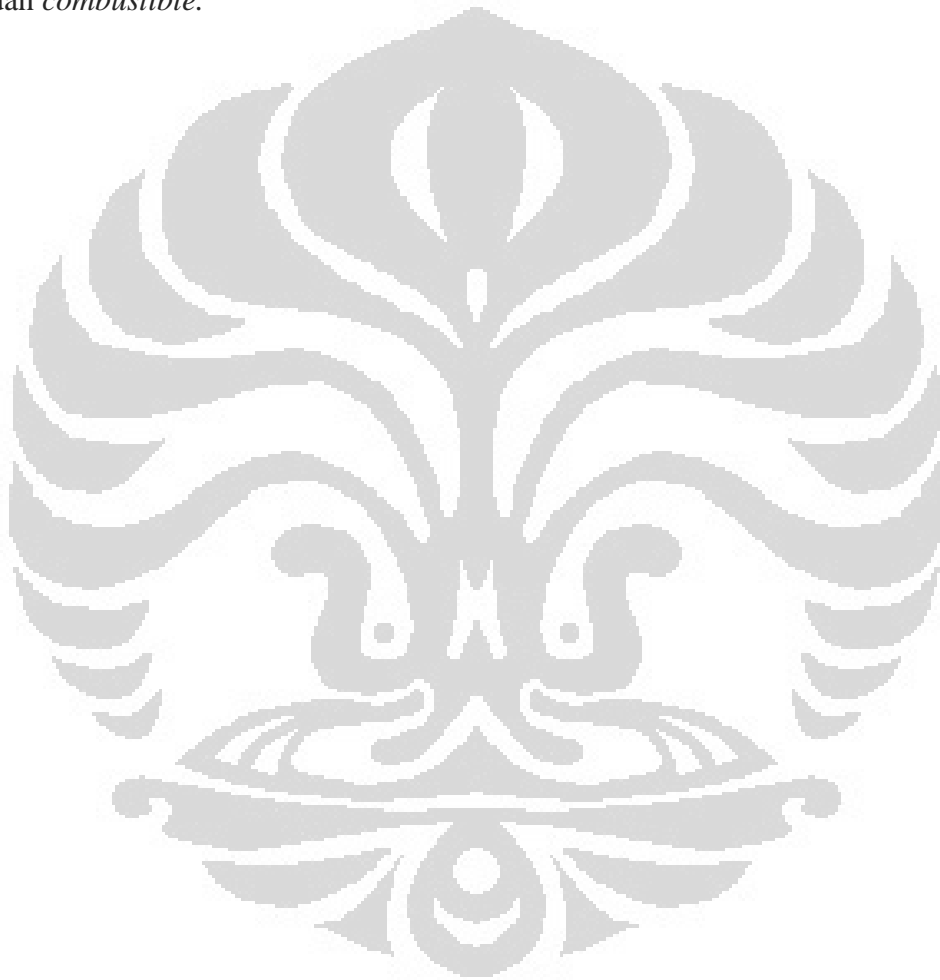
Salah satu sumber bagi petugas laboratorium adalah sesi pelatihan, terutama dalam menciptakan kondisi yang aman saat kegiatan praktikum berlangsung. Pelatihan dapat menyediakan konteks yang diperlukan oleh peserta pelatihan.

2.6.4 Fasilitas Keselamatan di Laboratorium

Setiap laboratorium kimia atau tempat kerja yang memakai bahan kimia harus menyediakan fasilitas keselamatan, seperti *safety shower*, *eyewash fountain*, alat pemadam api ringan (APAR), ventilasi yang memadai, bak cuci, dan juga tempat pembuangan limbah yang sesuai. Semua fasilitas keselamatan tersebut harus tersedia pada lokasi yang mudah dijangkau, mendapatkan perawatan yang

baik, dan dilakukan pengujian/pengecekan secara rutin. Setiap laboratorium juga harus memiliki dua atau lebih pintu keluar untuk jalur evakuasi.

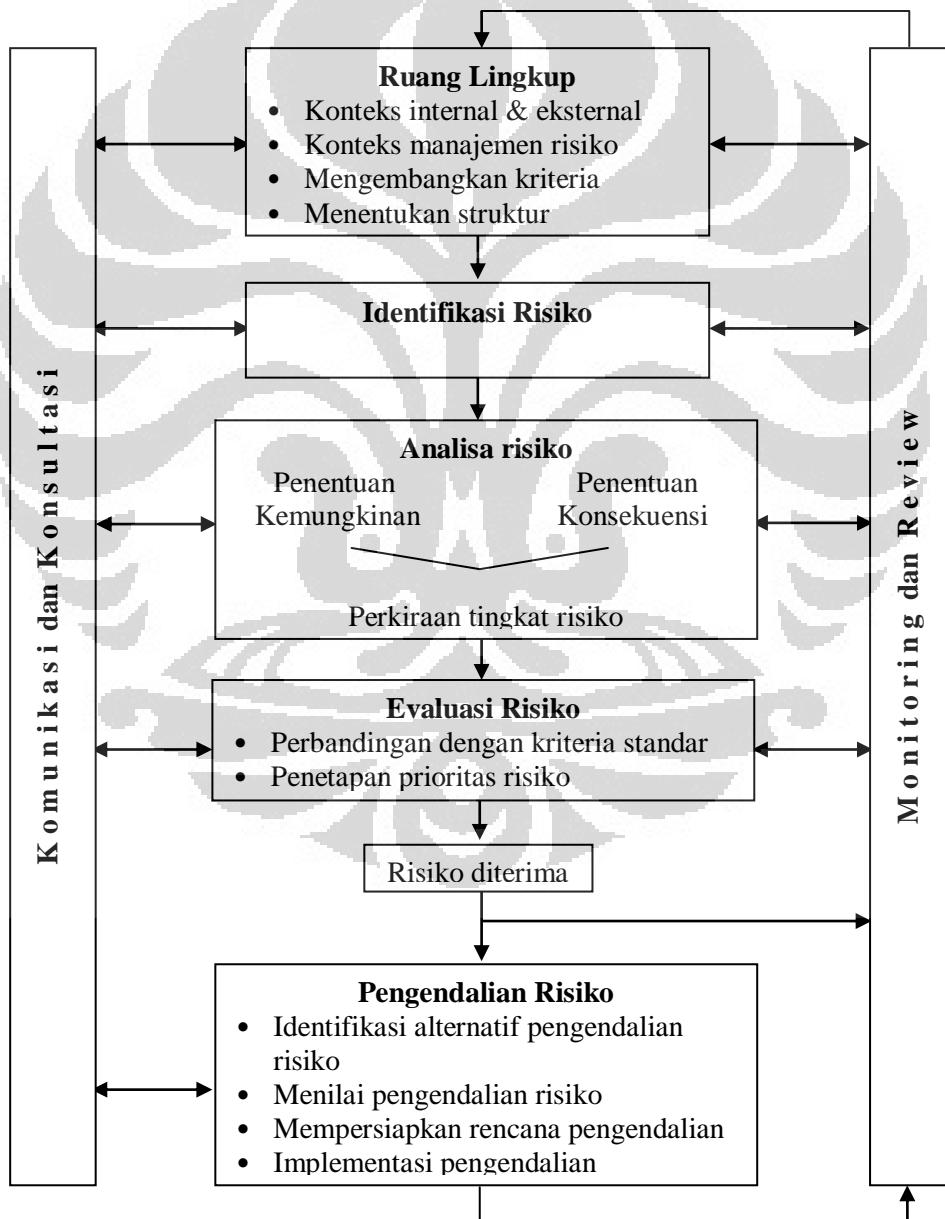
Dalam laboratorium juga perlu terdapat tanda-tanda dengan ukuran yang besar disesuaikan dengan area penempatan dan penggunaan bahan kimia yang bersifat toksik, reaktif, radioaktif, ataupun bahan kimia sangat *flammable*. Selain itu, harus diperhatikan juga mengenai batas kuantitas maksimum dan minimum penyimpanan bahan kimia dalam laboratorium, terutama bahan kimia *flammable* dan *combustible*.



BAB III
KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP, DAN DEFINISI
OPERASIONAL

3.1 Kerangka Teori

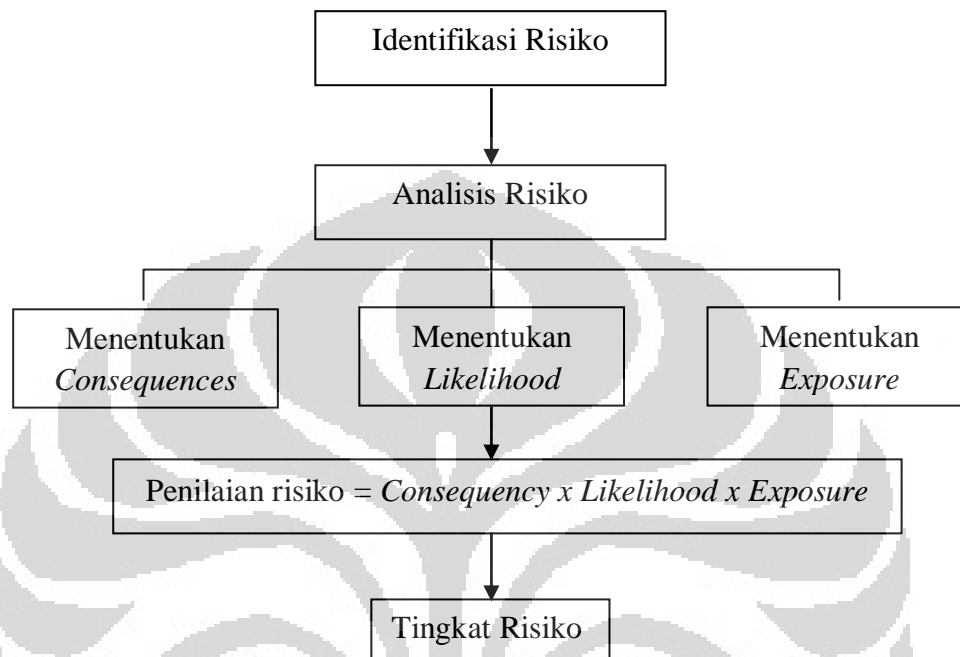
Kerangka teori yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan model manajemen risiko AS/NZS 4360:2004.



Gambar 3.1 Kerangka Teori

3.2 Kerangka Konsep

Adapun kerangka konsep yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.



Gambar 3.2 Kerangka Konsep

3.3 Definisi Operasional

No.	Variabel	Definisi	Cara Ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
1.	Identifikasi risiko	Proses menentukan apa, di mana, kapan, kenapa, dan bagaimana sesuatu dapat terjadi.	Observasi Wawancara Data sekunder	- Risiko keselamatan - Risiko kesehatan	Nominal
2.	Analisis risiko	Proses sistematis untuk memahami atau mengetahui tingkat risiko.	Mengalikan antara <i>consequences, likelihood,</i> dan <i>exposure</i>	- <i>Very high</i> - <i>Priority 1</i> - <i>Substantial</i> - <i>Priority 3</i> - <i>Acceptable</i>	Ordinal
3.	<i>Consequences</i>	<i>Outcome</i> atau <i>impact</i> dari suatu kejadian	Observasi dan wawancara	- <i>Catastrophe</i> - <i>Disaster</i> - <i>Very serious</i> - <i>Serious</i> - <i>Important</i> - <i>Noticeable</i>	Ordinal
4.	<i>Likelihood</i>	Peluang atau frekuensi suatu kejadian pada aktivitas pekerjaan	Observasi dan wawancara	- <i>Almost certain</i> - <i>Likely</i> - <i>Unusual but possible</i>	Ordinal

				<ul style="list-style-type: none"> - <i>Remotely possible</i> - <i>Conceivable</i> - <i>Practically impossible</i> 	
5.	<i>Exposure</i>	Frekuensi terpajan hazard	Observasi dan wawancara	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Continuously</i> - <i>Frequently</i> - <i>Occasionally</i> - <i>Infrequent</i> - <i>Rare</i> - <i>Very rare</i> 	Ordinal
6.	Nilai risiko	Tingkat risiko pada aktivitas pekerjaan.	Mengalikan antara <i>consequences, likelihood, dan exposure</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Very high</i> - <i>Priority 1</i> - <i>Substantial</i> - <i>Priority 3</i> - <i>Acceptable</i> 	Ordinal
7.	Tingkat risiko	Kategori nilai risiko yang didapatkan	Mengalikan antara <i>consequences, likelihood, dan exposure</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Very high</i> - <i>Priority 1</i> - <i>Substantial</i> - <i>Priority 3</i> - <i>Acceptable</i> 	Ordinal

BAB IV

METODOLOGI PENILAIAN

4.1 Metode Penilaian

Pada penelitian ini akan dilakukan identifikasi bahaya dan analisis risiko. metode identifikasi bahaya menggunakan *Task Risk Analysis*. Untuk analisis risiko dilakukan dengan menggunakan metode analisis risiko semikuantitatif yang meliputi identifikasi risiko, penentuan nilai konsekuensi, kemungkinan (*likelihood*), dan pajanan (*exposure*) dari setiap risiko keselamatan dan kesehatan yang kemudian digunakan untuk mengetahui tingkat risiko di laboratorium kimia metalurgi.

4.2 Lokasi dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Departemen Teknik Metalurgi dan Material, Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok. Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei 2012.

4.3 Teknik Pengumpulan Data

Sumber-sumber data yang digunakan dalam penilaian risiko ini ada dua macam, yaitu:

a. **Data Primer**

Data primer yang digunakan dalam melakukan penilaian risiko ini diperoleh berdasarkan observasi langsung di lapangan dan wawancara dengan asisten laboratorium kimia dan juga pengguna laboratorium (laboran).

b. **Data Sekunder**

Data sekunder yang digunakan dalam penilaian risiko ini yaitu berupa dokumen terkait, seperti *Material Safety Data Sheet* (MSDS) bahan-bahan kimia yang digunakan, prosedur kerja, serta studi literatur mengenai hazard dan risiko di laboratorium kimia.

4.4 Proses Penilaian

Dalam melakukan penilaian risiko di laboratorium, ada beberapa tahapan proses yang dilakukan yaitu sebagai berikut.

1. Studi literatur mengenai bahaya dan risiko yang ada di laboratorium kimia.
2. Kunjungan ke Laboratorium Kimia Teknik Metalurgi dan Material UI.
3. Melihat kegiatan Praktikum Kimia Analitik Kuantitatif yang dilakukan di Laboratorium Kimia.
4. Melakukan identifikasi bahaya dan risiko yang ada pada kegiatan praktikum di Laboratorium Kimia.
5. Melakukan penilaian risiko yang ada pada kegiatan praktikum di Laboratorium Kimia.

4.5 Analisis Data

Metode analisis data yang digunakan pada penilaian risiko ini adalah metode analisis risiko semikuantitatif (AS/NZS 4360:2004). Analisis semikuantitatif digunakan untuk melihat seberapa besar tingkat peluang, konsekuensi, dan pajanan dengan menggunakan tabel risiko Fine, kemudian mengalikan nilai-nilai tersebut untuk mengetahui tingkat risikonya.

BAB V

GAMBARAN UNIT ANALISIS

5.1 Sejarah

Departemen Metalurgi dan Material Universitas Indonesia didirikan pada tahun 1965 sebagai salah satu program studi di Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Universitas Indonesia adalah satu-satunya perguruan tinggi yang menawarkan program studi ini sampai sekarang. Ketua Departemen pertama kali adalah Dr. Ing. Poernomosidhi Hadjisaroso. Kegiatan akademik pertama kali hanya diikuti oleh 25 mahasiswa. Pada tahun 1969 karena terbatasnya tenaga pengajar di bidang metalurgi dan juga kurangnya fasilitas laboratorium, Departemen metalurgi untuk sementara tidak menerima mahasiswa baru. Pada tahun 1975, Fakultas Teknik kembali membuka program studi Teknik Metalurgi dengan menerima kurang lebih 40 mahasiswa baru, dan pada tahun itu pula Departemen ini menghasilkan 7 orang Sarjana, sedangkan sisanya sebanyak 7 orang, menyelesaikan studinya di Jurusan Tambang-ITB. Sampai saat ini Departemen Teknik Metalurgi dan Material menerima mahasiswa baru sampai 100 mahasiswa baru pertahunnya. Lulusan sarjana teknik metalurgi dan material dapat bekerja di sektor swasta, seperti industri otomotif, industri minyak dan gas, dan industri logam, serta di sektor pemerintahan, seperti Departemen Perindustrian dan Pertambangan, BPPT, BATAN, dan LIPI.

5.2 Departemen Teknik Metalurgi dan Material

Memasuki era globalisasi, setiap institusi termasuk Departemen Metalurgi dan Material harus meningkatkan kualitas secara keseluruhan. Pengetahuan dan kemampuan profesional dan lainnya diperlukan untuk menghadapi tantangan dari luar. Sejalan dengan misi Univesitas Indonesia untuk mencerdaskan kehidupan bangsa dengan mengembangkan ilmu pengetahuan, teknologi, sosial dan budaya menuju masyarakat yang beriman, cerdas, inovatif, kompeten, stabil, mandiri dan bertanggung jawab.

Visi Departemen Metalurgi dan Material adalah *sebagai pusat unggulan kegiatan pendidikan dan penelitian di bidang teknik metalurgi dan material.*

Misi Departemen Metalurgi dan Material adalah *menghasilkan lulusan berkualitas tinggi dengan dasar akademik yang kuat, berkemampuan komprehensif dalam teknologi proses dan enjiniring material serta mampu berperan aktif dan dinamis dalam komunitas nasional, regional maupun internasional.*

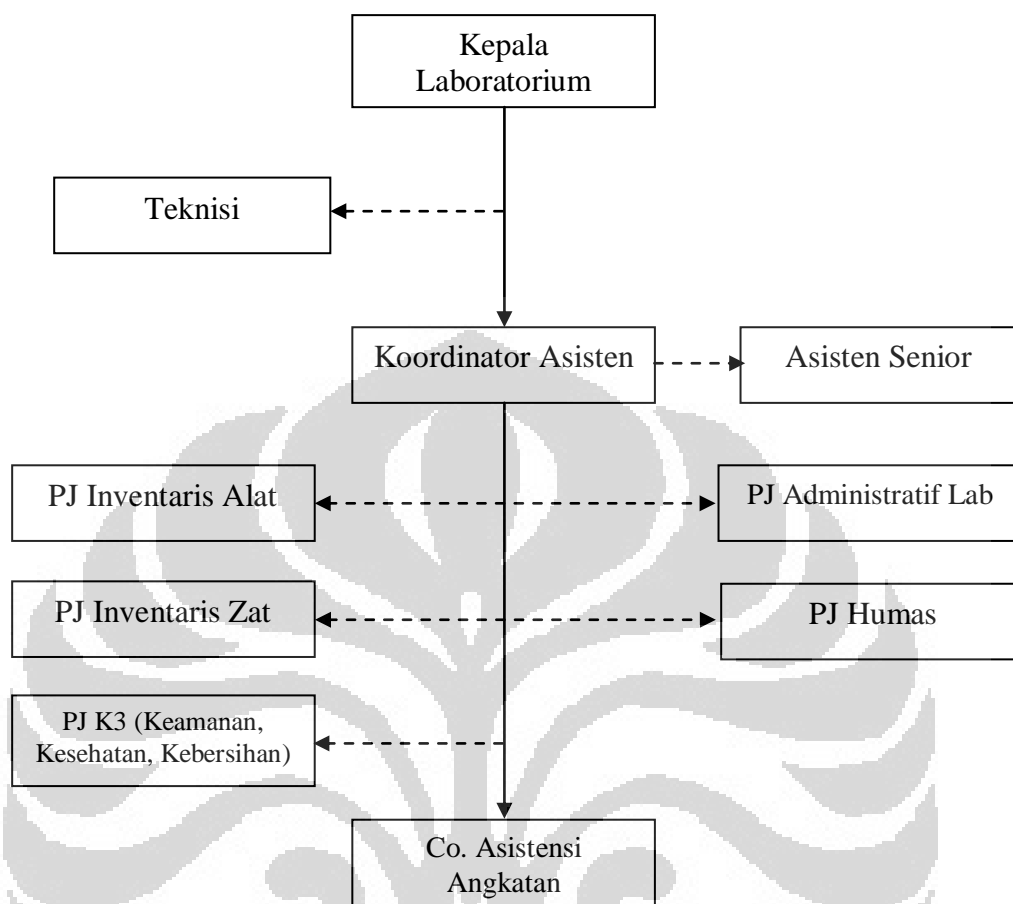
Departemen Metalurgi dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia memiliki beberapa fasilitas laboratorium antara lain, laboratorium kimia, laboratorium fisik, laboratorium mekanika, laboratrotium proses, laboratorium korosi dan proteksi metal, laboratorium NDT, dan laboratorium *advanced characterization.*

5.3 Laboratorium Metalurgi Kimia

Laboratorium Metalurgi Kimia merupakan laboratorium yang terdapat di Departemen Metalurgi dan Material, Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Laboratorium ini terletak di lantai 3 Departemen Metalurgi dan Material FT UI. Kepala laboratorium kimia adalah Ir. Rini Riastuti, Msc. Laboratorium metalurgi kimia merupakan laboratorium yang digunakan untuk penunjang mata kuliah Kimia Dasar dan Kimia Analitik. Selain ini juga merupakan laboratorium bantu skripsi dan penelitian-penelitian bagi dosen dan umum.

Praktikum yang diselenggarakan di laboratorium metalurgi kimia terdiri atas praktikum kimia dasar, praktikum kimia analitik kualitatif, dan praktikum kimia analitik kuantitatif. Ketiga jenis praktikum ini diselenggarakan pada semester ganjil dan genap. Waktu kerja pada laboratorium ini disesuaikan dengan jadwal mahasiswa. Biasanya praktikum diadakan 3 kali dalam seminggu. Dalam setiap praktikumnya ada beberapa asisten laboratorium yang bertugas untuk mendampingi mahasiswa.

5.4 Struktur Laboratorium Metalurgi Kimia



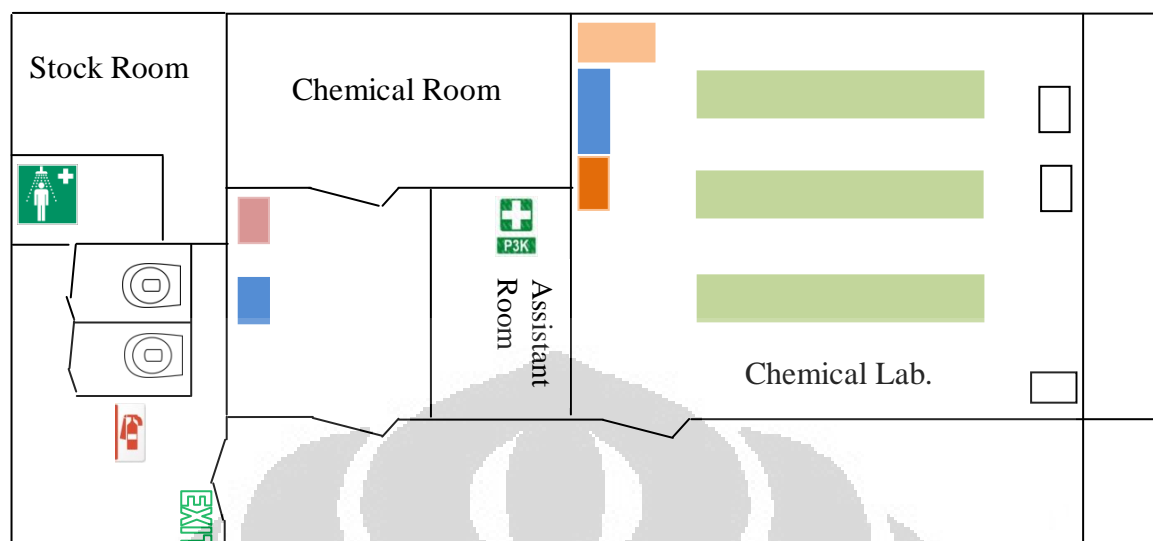
Gambar 5.1 Struktur Laboratorium Metalurgi Kimia

5.5 Standar Operasional Prosedur di Laboratorium







Standar operasional prosedur yang dimiliki Laboratorium Kimia Teknik Metalurgi dan Material berupa panduan umum yang terdapat dalam modul praktikum. SOP itu terdiri dari:

1. Prosedur-prosedur pokok dalam menggunakan peralatan
2. Teknik bekerja di laboratorium
3. Tata tertib praktikum
4. Prosedur jika terjadi kecelakaan/penanggulangan darurat

5.6 Layout Laboratorium Metalurgi Kimia



Keterangan

	Lemari asam		Meja pengambilan bahan		APAR
	Meja praktikum		Lemari peralatan		Safety shower
	Storage cabinet		Kotak P3K		

Gambar 5.2 Layout

5.7 Kegiatan Praktikum Kimia Analitik Kuantitatif

Dalam Praktikum Kimia Analitik Kuantitatif ada 5 tahapan yang harus dilakukan, yaitu preparasi sampel, pembuatan larutan standar primer, pembuatan larutan standar sekunder, standarisasi larutan standar sekunder, dan penentuan kadar larutan. Berikut ini adalah penjelasan dari masing-masing tahapan.

A. Tahap Preparasi Sampel

Peralatan:

1 buah labu takar ukuran 100 ml

1 buah corong kecil

1 buah batang pengaduk

1 buah cawan petri

Bahan-bahan:

Serbuk Na_2CO_3 , ZnSO_4 , MgSO_4 , $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$

Langkah Kerja:

1. Ambil padatan bahan kimia dan timbang dengan neraca massa digital.
2. Larutkan masing-masing sampel dengan sedikit aquadest (gunakan bantuan batang pengaduk untuk memastikan semua sampel larut sempurna) dan masukan larutan tersebut ke dalam labu takar ukuran 100 ml dengan bantuan corong dan batang pengaduk.
3. Bilas wadah tempat sampel, batang pengaduk, dan corong sampai tidak ada sampel yang tertinggal pada peralatan tersebut serta masukan air bilasan tersebut ke dalam labu takar ukuran 100 ml.
4. Tambahkan aquadest ke dalam labu takar sampai volume larutan mencapai 100 ml.
5. Pastikan larutan tersebut merupakan larutan yang merata dan homogen dengan cara sedikit mengocok atau membolak-balikan labu takar (labu takar dalam keadaan tertutup) secara hati-hati dan perlahan.
6. Preparasi sampel telah selesai dan siap ditentukan kadarnya melalui proses titrasi.

B.1 Pembuatan Larutan Standar Primer 100ml (Na_2CO_3 , ZnSO_4 , MgSO_4 , $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) 0,1 M dan Larutan Standar Sekunder 500ml (EDTA, KMnO_4) 0,1 M**Peralatan:**

1 buah labu takar ukuran 100 ml dan 500 ml

1 buah spatula

1 buah cawan petri

1 buah corong kecil

1 buah batang pengaduk

1 buah neraca massa digital

Serbuk: Na_2CO_3 , ZnSO_4 , MgSO_4 , $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, EDTA, dan KMnO_4

Langkah Kerja:

1. Persiapkan semua peralatan yang digunakan.
2. Timbanglah masing-masing serbuk (padatan) murni dengan menggunakan neraca massa digital secara presisi. Penimbangan dilakukan di atas cawan

petri dan pengambilan serbuk (padatan) murni dilakukan dengan bantuan spatula.



Gambar 5.3 Pengambilan dan penimbangan bahan kimia

3. Larutkan masing-masing sampel yang ada di atas cawan petri tersebut dengan sedikit aquadest dan pastikan padatan semuanya larut sempurna dengan cara mengaduknya dengan batang pengaduk.



Gambar 5.4 Pengadukan pelarutan sampel

4. Masukkan larutan tersebut ke dalam labu takar. Pemindahan larutan ini dilakukan dengan bantuan corong dan batang pengaduk.
5. Bilaslah cawan petri, batang pengaduk, dan corong dengan aquadest sedikit demi sedikit dan masukan air bilasan tersebut ke dalam labu takar.



Gambar 5.5 Pemasukkan larutan ke labu takar

6. Tambahkan aquadest ke dalam labu takar sampai volume larutan dalam labu takar mencapai volume yang diharuskan secara presisi.
7. Pastikan larutan tersebut merupakan larutan yang merata dan homogen dengan cara sedikit mengocok/membolak-balikan labu takar (labu takar dalam keadaan tertutup) secara hati-hati dan perlahan.
8. Larutan standar primer dan sekunder siap untuk digunakan.



Gambar 5.6 Pengocokkan larutan

B.2 Pembuatan Larutan Standar Sekunder 500 ml HCl 0,1 M

Peralatan:

1 buah pipet kecil

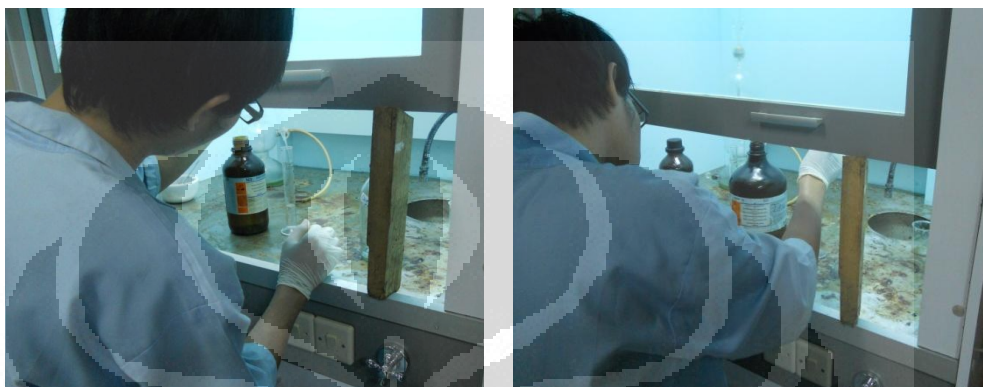
1 buah gelas ukur 10 ml

1 buah beaker glass ukuran 500 ml

1 buah batang pengaduk

Langkah Kerja:

1. Persiapkan semua peralatan kerja yang digunakan.
2. Dengan menggunakan gelas ukur, ambil 6,5 ml larutan HCl pekat. Proses pengambilan larutan HCl ini dibantu dengan pipet.



Gambar 5.7 Pengambilan *Hydrochloric acid*

3. Masukkan larutan HCl tersebut ke dalam *beaker glass* ukuran 500 ml.
4. Tambahkan aquadest ke dalam beaker glass sampai volume larutan HCl mencapai 500 ml.
5. Pastikan larutan dalam keadaan merata dan homogen dengan cara mengaduknya dengan batang pengaduk secara perlahan dan hati-hati.
6. Larutan standar sekunder 500 ml HCl selesai dibuat.

C. Pembuatan Buffer $\text{NH}_4\text{OH}-\text{NH}_4\text{Cl}$

Peralatan:

1 neraca massa digital

1 beaker glass

1 spatula

1 corong

1 batang pengaduk

1 volumetric pipet

1 labu takar 250 ml

Langkah kerja:

1. Siapkan semua bahan dan peralatan kerja.
2. Ambil padatan NH_4Cl murni dan timbang sebanyak 3,976 gr dengan neraca masa digital.
3. Larutkan padatan tersebut dengan sedikit aquadest. Pastikan seluruh padatan NH_4Cl tersebut larut sempurna dengan menggunakan batang pengaduk.
4. Masukkan larutan NH_4Cl tersebut ke dalam labu takar ukuran 250 ml. Proses ini dibantu dengan corong dan batang pengaduk.
5. Bilaslah beaker glass, batang pengaduk, dan corong dengan aquadest dan masukan air bilasan tersebut ke dalam labu takar. Ulangi pembilasan minimal 3 kali sampai tidak ada lagi zat NH_4Cl yang tertinggal pada beaker glass, corong, dan batang pengaduk.
6. Dengan menggunakan volumetric pipet, ambil NH_4OH 25% sebanyak 26,7996 ml dan masukan ke dalam labu takar ukuran 250 ml yang sudah berisi larutan NH_4Cl .
7. Larutkan campuran larutan NH_4Cl dan NH_4OH dalam labu takar dengan menambahkan aquadest sampai volume larutan dalam labu takar mencapai 250 ml.
8. Larutan penyangga (buffer) NH_4Cl - NH_4OH dengan $\text{pH}=10$ siap untuk digunakan.

D. Tahap Standardisasi Larutan Standar Sekunder dan Penentuan Kadar

Peralatan:

- 1 buah buret ukuran 50 ml
- 1 buah corong
- 1 buah labu erlenmeyer ukuran 250 ml
- 1 buah volumetric pipet ukuran 10 ml
- 1 buah pipet kecil
- 1 buah gelas ukur
- 1 buah *heater* (pemanas air)

Langkah Kerja:

1. Siapkan semua peralatan kerja yang digunakan dalam proses standarisasi.
2. Masukkan LSS (HCl, EDTA, KMnO_4) ke dalam buret ukuran 50 ml dengan bantuan corong.



Gambar 5.8 Penuangan LSS ke dalam buret

3. Ambil 10 ml larutan standar primer (Na_2CO_3 , ZnSO_4 , MgSO_4 , $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) 0,1 M dengan menggunakan volumetric pipet ukuran 10 ml. Masukkan larutan ini ke dalam labu erlenmeyer ukuran 250 ml.



Gambar 5.9 Pengambilan LSP

(Untuk standardisasi LSS HCl dan penentuan kadar Na_2CO_3)

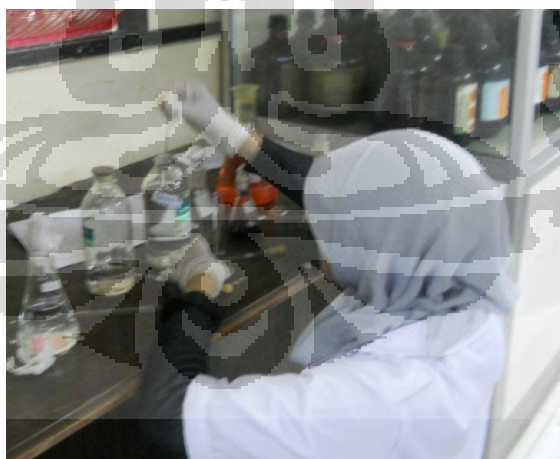
4. Masukkan 5 tetes indikator Methyl orange ke dalam labu erlenmeyer sampai warna larutan Na_2CO_3 berubah menjadi merah muda (pink).



Gambar 5.10 Penambahan indikator *Methyl orange*

(Untuk standardisasi LSS EDTA dan penentuan kadar ZnSO_4 , MgSO_4)

- 4a. Masukkan 5 ml larutan buffer ke dalam labu erlenmeyer yang telah berisi larutan ZnSO_4 dan MgSO_4 . Pengambilan larutan buffer dilakukan dengan bantuan pipet kecil dan gelas ukur 5 ml.



Gambar 5.11 Penambahan buffer

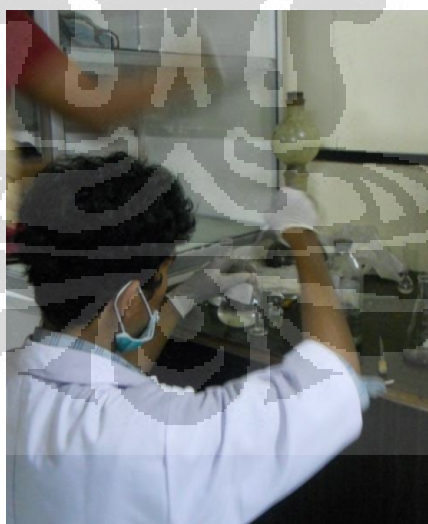
- 4b. Masukkan sedikit padatan indikator Eriochrom Black T (EBT) ke dalam labu erlenmeyer hingga larutan ZnSO_4 dan MgSO_4 berubah menjadi warna merah anggur.



Gambar. 5.12 Pengambilan indikator EBT

(Untuk standardisasi LSS KMnO_4 dan penentuan kadar $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ dan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$)

- 4a. Panaskan air menggunakan *heater*
- 4b. Tambahkan asam sulfat (H_2SO_4) encer yang sebelumnya telah dididihkan selama kurang lebih 10 sampai dengan 15 menit lalu didinginkan sampai mencapai temperatur kamar.

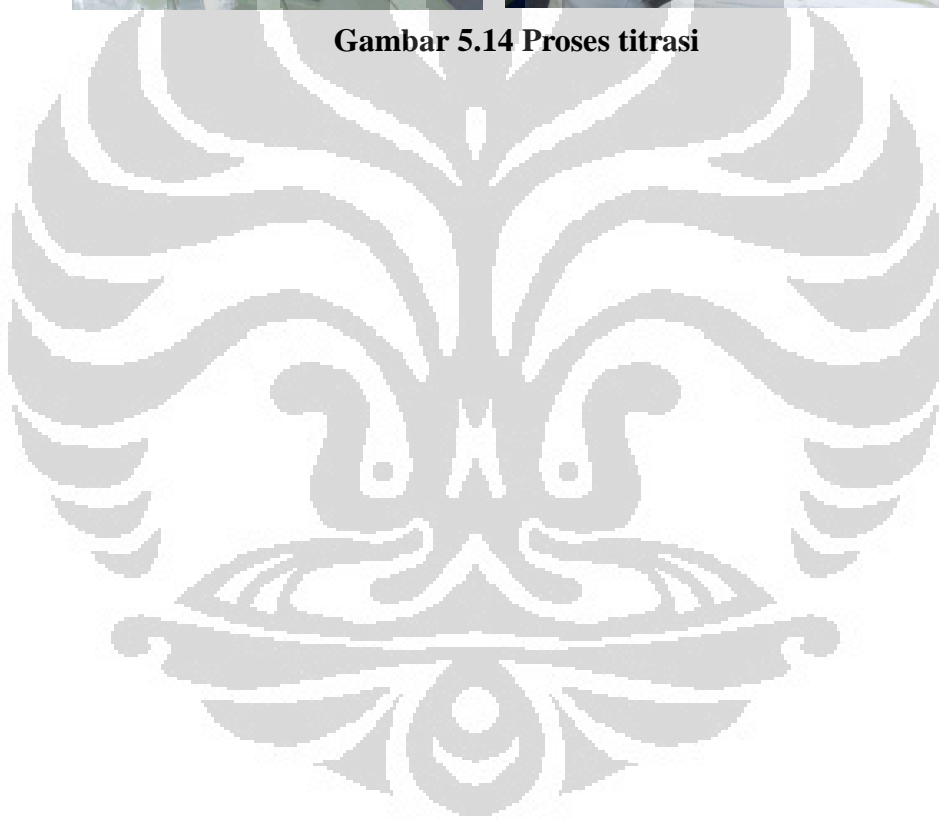


Gambar 5.13 Penambahan H_2SO_4

5. Lakukan titrasi sampai terjadi perubahan warna pada larutan dalam erlenmeyer.
6. Ulangi proses titrasi sampai diperoleh 3 buah variasi data.



Gambar 5.14 Proses titrasi



BAB VI

HASIL PENILAIAN

6.1 Hasil Identifikasi Hazard dan Risiko

Identifikasi hazard dan risiko pada kegiatan Praktikum Kimia Analitik Kuantitatif di Laboratorium Kimia Teknik Metalurgi dan Material dilakukan dengan menggunakan *Task Risk Analysis*.

6.1.1 Bahaya Kimia

Dalam Praktikum Kimia Analitik Kuantitatif banyak menggunakan berbagai jenis bahan kimia antara lain *Natrium carbonate*, *Natrium oxalate*, *Zinc sulfate*, *Magnesium sulfate*, *Oxalic acid*, *Hydrochloric acid*, *Pottasium permanganate*, EDTA, *Ammonium chloride*, *Ammonium, hydroxide*, *Eriochrome Black T*, *Hydrogen sulfate*, *Methyl orange*, dan *Pottasium dichromate*. Berikut ini penjelasan dari masing-masing bahan kimia.

Tabel 6.1 Bahan Kimia

Bahan Kimia	Potensi Bahaya	NFPA Rating		
		H	F	R
Na ₂ CO ₃ (Natrium Carbonate)	<ul style="list-style-type: none"> - Kontak kulit: iritasi, luka bakar - Kontak mata: iritasi, luka bakar - Terhirup: iritasi paru-paru ditandai dengan batuk dan sesak nafas - Tertelan: iritasi pada saluran pencernaan 	2	0	1
ZnSO ₄ (Zinc Sulfate)	Berbahaya jika kontak dengan kulit dan mata (iritasi), tertelan, dan terhirup	2	0	0
MgSO ₄ (Magnesium Sulfate)	<ul style="list-style-type: none"> - Berbahaya jika tertelan - Kontak dengan kulit dan mata: iritasi - Sedikit berbahaya jika terhirup 	1	0	0
Na ₂ C ₂ O ₄ (Natrium Oxalate)	<ul style="list-style-type: none"> - Kontak kulit: iritasi, luka bakar - Kontak mata: iritasi, luka bakar 	2	0	0

	<ul style="list-style-type: none"> - Terhirup: korosif pada membran mukus - Berbahaya jika tertelan 			
H ₂ C ₂ O ₄ (Oxalic Acid)	<ul style="list-style-type: none"> - Kontak pada kulit: iritasi, permeator, inflamasi - Kontak pada mata: iritasi dengan kemungkinan luka bakar, kerusakan pada kornea, kebutaan - Terhirup: iritasi sal.pernafasan ditandai dengan rasa terbakar, bersin, dan batuk 	3	1	0
Hydrochloric Acid (HCl)	<ul style="list-style-type: none"> - Kontak pada kulit (iritasi, korosif, permeator) - Kontak pada mata (iritasi, korosif) - Jika menghirup uap HCl dapat menyebabkan batuk, tersedak, merusak jaringan sal.pernafasan bagian atas, sensitifitas pada paru-paru 	3	0	1
EDTA (Ethylenediamine tetra acid)	Iritasi pada kulit dan mata, jika terhirup iritasi pada membran mucus, sedikit berbahaya jika tertelan.	1	1	0
KMnO ₄ (Pottasium Permanganat)	<ul style="list-style-type: none"> - Kontak kulit: iritasi, korosif, timbul peradangan - Kontak mata: iritasi, korosif, kebutaan. - Terhirup: iritasi sal. pernafasan - Berbahaya jika tertelan. 	2	0	0
NH ₄ Cl (Ammonium Chloride)	<ul style="list-style-type: none"> - Iritasi pada kulit - Iritasi pada sal.pernafasan - Kontak pada mata: iritasi tingkat sedang, katarak - Jika tertelan akan muntah-muntah, kehausan 	2	0	0
NH ₄ OH (Ammonium Hydroxide)	<ul style="list-style-type: none"> - Kontak dengan kulit (korosif, iritasi, permeator) - Kontak pada mata: iritasi - Iritasi sal.pernafasan bagian atas ditandai batuk, sesak nafas, dan rasa terbakar 	3	0	0

Methyl Orange (MO)	Iritasi pada kulit dan mata. Debu padatnya jika kontak pada mata juga bisa iritasi	2	1	0
EBT (Eriochrome Black T)	- Iritasi pada kulit, mata, dan saluran pernafasan - Sedikit berbahaya jika tertelan (diare)	2	1	0
H ₂ SO ₄ (Hydrogen Sulfate)	- Kontak kulit: Sangat berbahaya (korosif, iritasi, permeator), menyebabkan kulit terbakar - Kontak mata (iritasi dan korosif), inflamasi pada mata - Menghirup uapnya dapat iritasi sal.pernafasan ditandai dengan batuk, tersedak, nafas pendek.	3	0	2
Buffer pH 10	- Kontak kulit: korosif, kulit terbakar - Kontak pada mata: iritasi - Dalam bentuk cairan/mist dapat merusak jaringan mukus pada mata, mulut, dan saluran pernafasan	3	0	0
K ₂ Cr ₂ O ₇ (Pottasium Dichromate)	- Kontak pada kulit: iritasi, korosif, kontak terlalu lama mengakibatkan luka bakar dan ulserasi - Kontak pada mata: korosif, bisa hilang penglihatan - Terhirup: iritasi pada paru-paru - Tertelan: iritasi sal.pencernaan	4	0	0

Sumber: *Material Safety Data Sheets*

Keterangan:

H: *Health hazard*

F: *Flammability*

R: *Reactivity*

6.1.2 Bahaya Fisik

Peralatan yang digunakan dalam praktikum terbuat dari bahan kaca. Akibat tindakan yang kurang hati-hati, misalnya pada saat pencucian peralatan, saat memasukkan larutan ke dalam labu erlenmeyer, peralatan tersebut dapat terjatuh dan pecah sehingga berisiko terkena pecahan kaca yang dapat melukai tangan dan kaki. Selain itu, terdapat bahaya fisik panas akibat dari kontak dengan air panas.

6.1.3 Bahaya Ergonomi

Selama praktikum ada kegiatan yang dilakukan berulang-ulang sehingga bisa mengakibatkan nyeri pada tangan dan pegal-pegal, yaitu ketika memipet dan pada saat melakukan titrasi.

6.1.4 Bahaya Elektrik

Bahaya elektrik berasal dari kegiatan memanaskan air menggunakan *heater*. Letak stop kontak yang berdekatan dengan tangki air dan kondisi tempat sekitar yang menjadi basah akibat tumpahan dan percikan air saat mencuci bisa menimbulkan terjadinya arus pendek dan tersengat listrik.

Tabel 6.2 Hasil Identifikasi Risiko pada Tahap Preparasi Sampel

No	Jenis Kegiatan	Hazard dan Risiko	Skenario Kejadian	Dampak
1.	Mensterilisasi dan mencuci alat-alat	Bahaya fisik: tergores pecahan kaca	Peralatan terjatuh dari genggaman dan pecah pada saat mencuci akibat licin.	Luka ringan
		Bahaya kimia: terkena larutan	Terkena tumpahan bahan kimia saat memasukkan larutan $K_2Cr_2O_7$ ke dalam buret	- Kontak pada kulit: kemerahan, luka bakar. - Kontak pada mata: pandangan menjadi kabur, kebutaan.
2.	Mengambil serbuk sampel dan melarutkannya dengan aquadest	Bahaya kimia: terhirup bahan kimia	Terhirup bahan kimia saat sedang membuka wadah	Na_2CO_3 : iritasi pada paru-paru (batuk dan <i>dyspnea</i>) $ZnSO_4$: iritasi $MgSO_4$: iritasi $Na_2C_2O_4$: iritasi dan korosif $H_2C_2O_4$: iritasi sal.pernafasan ditandai dengan rasa terbakar, bersin, dan batuk
		Bahaya kimia: terkena bahan kimia	Kontak dengan bahan kimia	Na_2CO_3 : iritasi pada kulit dan mata, memungkinkan luka bakar $ZnSO_4$: iritasi pada kulit dan mata $MgSO_4$: iritasi pada kulit dan mata

				$\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$: iritasi dan korosif pada kulit dan mata $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$: iritasi dan inflamasi pada kulit, kontak mata bisa iritasi, luka bakar, kerusakan kornea, kebutaan
3.	Memasukkan larutan ke dalam labu takar 100ml	Bahaya fisik: tergores pecahan kaca Bahaya kimia: terkena larutan	Labu takar terjatuh karena dalam kondisi yang tidak seimbang sehingga menjadi pecah dan larutan tumpah	Luka ringan Na_2CO_3 : iritasi pada kulit dan mata, kemungkinan luka bakar ZnSO_4 : iritasi pada kulit dan mata MgSO_4 : iritasi pada kulit dan mata $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$: iritasi dan korosif pada kulit dan mata $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$: iritasi dan inflamasi pada kulit, kontak mata bisa iritasi, luka bakar, kerusakan kornea, kebutaan
4.	Menambahkan aquadest ke dalam labu takar	Bahaya fisik: tergores pecahan kaca	Labu takar terjatuh akibat ujung botol aquadest yang masih tersangkut	Luka ringan
5.	Mengocok atau membolak-balikkan labu takar	Bahaya fisik: tergores pecahan kaca	Labu takar terlepas dari genggaman sehingga terjatuh dan pecah	Luka ringan

Tabel 6.3 Hasil Identifikasi pada Tahap Pembuatan Larutan Standar Primer dan Larutan Standar Sekunder

No	Jenis Kegiatan	Hazard dan Risiko	Skenario Kejadian	Dampak
1.	Mengambil serbuk bahan kimia dan menimbang sampel di atas cawan petri	Bahaya kimia: terhirup bahan kimia	Terhirup serbuk bahan kimia saat sedang mengambil dan menaruh ke wadah	<p>Na₂CO₃: iritasi pada paru-paru disertai batuk dan sesak nafas.</p> <p>ZnSO₄: iritasi</p> <p>MgSO₄: iritasi</p> <p>Na₂C₂O₄: iritasi, korosif pada membran mukus</p> <p>H₂C₂O₄: iritasi ditandai dengan rasa terbakar, bersin, dan batuk</p> <p>EDTA: iritasi</p> <p>KMnO₄: batuk dan sesak hingga dapat mengiritasi sal. pernafasan</p>
		Bahaya kimia: terkena bahan kimia	Kontak dengan bahan kimia	<p>Na₂CO₃: iritasi pada kulit dan mata, kemungkinan luka bakar</p> <p>ZnSO₄: iritasi pada kulit dan mata</p> <p>MgSO₄: iritasi pada kulit dan mata</p> <p>Na₂C₂O₄: iritasi dan korosif pada kulit dan mata</p> <p>H₂C₂O₄: iritasi dan inflamasi pada</p>

				kulit, kontak mata bisa iritasi, kluka bakar, kerusakan kornea, kebutaan EDTA: iritasi pada kulit dan mata KMnO ₄ : iritasi pada kulit dan mata, terpapar lama menyebabkan kulit terbakar, dan kebutaan
2.	Mengambil larutan HCl pekat dengan pipet	Bahaya kimia: menghirup uap larutan	Terhirup uap larutan karena exhaust pada lemari asam tidak berfungsi dengan baik	Batuk, tersedak, merusak jaringan sal.pernafasan bagian atas, sensitifitas pada paru-paru
		Bahaya kimia: terkena larutan	Terkena tetesan larutan HCl akibat memipet dengan tidak benar dan tidak hati-hati	Iritasi dan korosif pada kulit, luka bakar, dan dermatitis.
3.	Memasukkan larutan ke dalam labu takar	Bahaya fisik: tergores pecahan kaca	Labu takar terjatuh karena dalam kondisi yang tidak seimbang sehingga menjadi pecah dan larutan tumpah	Luka ringan
		Bahaya kimia: terkena larutan		Na ₂ CO ₃ : iritasi pada kulit dan mata, kemungkinan luka bakar ZnSO ₄ : iritasi pada kulit dan mata MgSO ₄ : iritasi pada kulit dan mata Na ₂ C ₂ O ₄ : iritasi dan korosif pada kulit dan mata

				H ₂ C ₂ O ₄ : iritasi dan inflamasi pada kulit, kontak mata bisa iritasi, luka bakar, kerusakan kornea, kebutaan EDTA: iritasi pada kulit dan mata KMnO ₄ : iritasi pada kulit dan mata, terpapar lama menyebabkan kulit terbakar, dan kebutaan
4.	Menambahkan aquadest ke dalam labu takar	Bahaya fisik: tergores pecahan kaca	Labu takar terjatuh	Luka ringan
5.	Mengocok/membolak-balikkan labu takar	Bahaya fisik: tergores pecahan kaca	Labu takar terlepas dari genggamannya sehingga terjatuh dan pecah	Luka ringan

Tabel 6.4 Hasil Identifikasi pada Tahap Pembuatan Buffer

No	Jenis Kegiatan	Hazard dan Risiko	Skenario Kejadian	Dampak
1.	Mengambil padatan NH ₄ Cl	Bahaya kimia: terhirup bahan kimia	Terhirup saat sedang mengambil dan menaruh ke wadah	Iritasi pada sal.pernafasan dan membran mukus
		Bahaya kimia: terkena bahan kimia	Kontak dengan bahan kimia	- Kontak pada kulit: sensitifitas, iritasi - Kontak mata: iritasi, katarak

2.	Memasukkan larutan NH_4Cl ke dalam labu takar	Bahaya fisik: tergores pecahan kaca	Labu takar terjatuh karena dalam kondisi yang tidak seimbang sehingga menjadi pecah dan larutan tumpah	Luka ringan
		Bahaya kimia: terkena larutan		Kontak pada kulit: sensitifitas, iritasi
3.	Mengambil NH_4OH 25% dengan volumetric pipet	Bahaya kimia: menghirup uap larutan	Terhirup uap bahan kimia karena exhaust pada lemari asam tidak berfungsi dengan baik	Iritasi sal.pernafasan atas ditandai dengan batuk, sesak nafas, dan rasa terbakar.
		Bahaya kimia: terkena larutan		
4.	Menambahkan aquadest ke dalam labu takar	Bahaya fisik: tergores pecahan kaca	Labu takar terjatuh	Luka ringan

Tabel 6.5 Hasil Identifikasi pada Tahap Standarisasi LSS dan Penentuan kadar

No	Jenis Kegiatan	Bahaya dan Risiko	Skenario Kejadian	Dampak
1.	Memasukkan Larutan Standar Sekunder (HCl , EDTA , KMnO_4) ke dalam buret.	Bahaya kimia: terkena larutan	Memasukkan larutan tanpa bantuan corong sehingga mengakibatkan larutan tumpah	HCl : iritasi pada kulit dan mata, luka bakar EDTA : iritasi pada kulit dan mata KMnO_4 : iritasi pada kulit dan mata, terpapar lama dapat menyebabkan kulit terbakar, dan kebutaan

		Bahaya fisik: terjatuh	Tidak seimbang dalam berdiri sehingga terjatuh	Luka/cidera ringan
2.	Mengambil Larutan Standar Primer (Na_2CO_3 , ZnSO_4 , $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$)	Bahaya fisik: tergores pecahan kaca	Volumetric pipet pecah saat memasukkan bulb/prop karet	Luka ringan
		Bahaya kimia: terkena larutan	Terkena larutan saat memipet dengan mulut	Na_2CO_3 : iritasi pada kulit, kemungkinan luka bakar ZnSO_4 : iritasi pada kulit MgSO_4 : iritasi pada kulit $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$: iritasi dan korosif pada kulit $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$: iritasi dan inflamasi pada kulit
		Bahaya ergonomi:	Memipet berulang-ulang karena tidak presisi	Nyeri tangan, pegal-pegal
3.	Masukkan larutan buffer NH_4OH	Bahaya kimia: terkena larutan	Terkena tetesan larutan buffer saat memipet dan saat memindahkan ke dalam labu erlenmeyer	Korosif pada kulit dan iritasi pada mata
		Bahaya kimia: terhirup	Terhirup saat ingin memipet larutan tersebut	Iritasi pada sal.pernafasan ditandai dengan batuk, tersedak, nafas pendek.

4.	Masukkan indikator (MO, EBT, H ₂ SO ₄) ke dalam labu erlenmeyer berisi LSP	Bahaya kimia: terkena larutan	Terkena larutan pada saat memipet	MO: iritasi pada kulit dan mata EBT: iritasi pada kulit dan mata H ₂ SO ₄ : iritasi pada kulit dan mata, luka bakar
5.	Panaskan air untuk memanaskan larutan Na ₂ C ₂ O ₄	Bahaya fisik: terkena air panas	Terkena air panas saat menuangkan air dari <i>heater</i> ke wadah	Kulit melepuh, memerah
		Bahaya elektrik	Tersengat listrik saat mencolok/melepaskan kabel	Tersengat listrik
6.	Melakukan titrasi	Bahaya kimia: terkena larutan	Terkena tetesan titran (HCl, EDTA, KMnO ₄)	HCl: iritasi pada kulit dan mata, luka bakar EDTA: iritasi pada kulit dan mata KMnO ₄ : iritasi pada kulit dan mata, terpapar lama dapat menyebabkan kulit terbakar, dan kebutaan
		Bahaya ergonomi: repetitive	Melakukan titrasi berulang-ulang	Nyeri dan pegal-pegal

6.2 Hasil Penilaian Risiko

Setelah dilakukan identifikasi bahaya, tahapan selanjutnya adalah melakukan penilaian risiko terhadap faktor *consequence*, probabilitas/kemungkinan (*likelihood*), dan eksposur pada kegiatan Praktikum Kimia Analitik Kuantitatif di Laboratorium Kimia dengan menggunakan metode semikuantitatif. Dari hasil penilaian risiko didapatkan total 89 risiko pada kegiatan Praktikum Kimia Analitik Kuantitatif, yaitu risiko dengan tingkat risiko *very high* sebanyak 4 risiko (4,5%), *priority 1* sebanyak 6 risiko (6,7%), *substantial* sebanyak 42 risiko (47,2%), *priority 3* sebanyak 25 risiko (28,1%), dan *acceptable* sebanyak 12 risiko (13,5%).

Tabel 6.6 Hasil Penilaian Risiko pada Tahap Preparasi Sampel

No	Jenis Kegiatan	Hazard	Dampak	Analisis Risiko			Nilai risiko	Tingkat Risiko	Rekomendasi Pengendalian
				C	L	E			
1.	Mensterilisasi dan mencuci alat-alat	Bahaya fisik: tergores pecahan kaca	Luka ringan	1	6	10	60	<i>Priority 3</i>	- Pakai sarung tangan karet - Bekerja dengan hati-hati
		Bahaya kimia: K ₂ Cr ₂ O ₇ kontak pada kulit	Kemerahan, luka bakar	15	3	3	135	<i>Substantial</i>	- MSDS - Pakai jas lab - Pakai sarung tangan
		K ₂ Cr ₂ O ₇ kontak pada mata	Dapat mengaburkan pandangan hingga kebutaan	25	3	3	220	<i>Priority 1</i>	Pakai <i>safety goggles</i>

2.	Mengambil serbuk bahan kimia	Bahaya kimia: terhirup bahan kimia	Na ₂ CO ₃ : batuk, sesak nafas hingga iritasi pada paru-paru	5	3	10	150	<i>Substantial</i>	- SOP - MSDS - Pakai masker	
			ZnSO ₄ : iritasi sal.pernafasan	5	3	10	150	<i>Substantial</i>		
			MgSO ₄ : iritasi	5	3	10	150	<i>Substantial</i>		
			Na ₂ C ₂ O ₄ : iritasi dan korosif	5	3	10	150	<i>Substantial</i>		
			H ₂ C ₂ O ₄ : iritasi sal.pernafasan ditandai dengan rasa terbakar, bersin, dan batuk	5	3	10	150	<i>Substantial</i>		
	Bahaya kimia: bahan kimia kontak dengan kulit			Na ₂ CO ₃ : iritasi, kemungkinan luka bakar	15	3	10	450	<i>Very high</i>	- SOP - Pakai sarung tangan karet
				ZnSO ₄ : iritasi	5	3	10	150	<i>Substantial</i>	
				MgSO ₄ : iritasi	5	3	10	150	<i>Substantial</i>	
				Na ₂ C ₂ O ₄ : iritasi dan korosif	15	3	10	450	<i>Very high</i>	
				H ₂ C ₂ O ₄ : iritasi dan inflamasi	5	3	10	150	<i>Substantial</i>	
	Bahaya kimia: kontak dengan mata			Na ₂ CO ₃ : iritasi, kemungkinan luka bakar	15	1	10	150	<i>Substantial</i>	- SOP - Bekerja dengan hati-hati
				ZnSO ₄ : iritasi ringan	5	1	10	50	<i>Priority 3</i>	
				MgSO ₄ : iritasi mata ringan	5	1	10	50	<i>Priority 3</i>	
				Na ₂ C ₂ O ₄ : iritasi dan korosif	15	1	10	150	<i>Substantial</i>	
				H ₂ C ₂ O ₄ : iritasi, luka bakar,	25	1	10	250	<i>Priority 1</i>	

			kerusakan kornea, kebutaan						
3.	Memasukkan larutan ke dalam labu takar 100ml	Bahaya fisik: tergores pecahan kaca	Luka ringan	1	6	10	60	<i>Priority 3</i>	Bekerja dengan hati-hati
		Bahaya kimia: terkena larutan	Na ₂ CO ₃ : iritasi pada kulit dan mata, kemungkinan luka bakar	15	1	10	150	<i>Substantial</i>	Pakai sarung tangan karet
			ZnSO ₄ : iritasi pada kulit dan mata	5	1	10	50	<i>Priority 3</i>	
			MgSO ₄ : iritasi pada kulit dan mata	5	1	10	50	<i>Priority 3</i>	
			Na ₂ C ₂ O ₄ : iritasi dan korosif pada kulit dan mata	15	1	10	150	<i>Substantial</i>	
			H ₂ C ₂ O ₄ : iritasi dan inflamasi pada kulit, kontak mata bisa iritasi, luka bakar, kerusakan kornea, kebutaan	25	1	10	250	<i>Priority 1</i>	
4.	Menambahkan aquadest ke dalam labu takar	Bahaya fisik: tergores pecahan kaca	Luka ringan	1	1	10	10	<i>Acceptable</i>	Bekerja dengan hati-hati
5.	Mengocok labu takar	Bahaya fisik: tergores kaca	Luka ringan	1	0.5	10	5	<i>Acceptable</i>	Bekerja dengan hati-hati

Tabel 6.7 Hasil Penilaian Risiko pada Tahap Pembuatan Larutan Standar Primer dan Larutan Standar Sekunder

No	Jenis Kegiatan	Hazard	Dampak	Analisis Risiko			Nilai risiko	Tingkat Risiko	Rekomendasi Pengendalian
				C	L	E			
1.	Mengambil serbuk bahan kimia dan menimbang sampel di atas cawan petri	Bahaya kimia: terhirup bahan kimia	Na ₂ CO ₃ : batuk, sesak nafas hingga iritasi pada paru-paru	5	3	6	90	<i>Substantial</i>	- SOP - MSDS - Pakai masker
			ZnSO ₄ : iritasi sal.pernafasan	5	3	6	90	<i>Substantial</i>	
			MgSO ₄ : iritasi	5	3	6	90	<i>Substantial</i>	
			Na ₂ C ₂ O ₄ : iritasi, korosif pada membran mukus	5	3	6	90	<i>Substantial</i>	
			H ₂ C ₂ O ₄ : iritasi sal.pernafasan ditandai dengan rasa terbakar, bersin, dan batuk	5	3	6	90	<i>Substantial</i>	
			EDTA: iritasi	5	3	3	45	<i>Priority 3</i>	
			KMnO ₄ : batuk, sesak hingga mengiritasi saluran pernafasan	5	3	3	45	<i>Priority 3</i>	
		Bahaya kimia: kulit terkena bahan kimia	Na ₂ CO ₃ : iritasi, kemungkinan luka bakar	15	3	6	270	<i>Priority 1</i>	- SOP - Pakai sarung tangan karet
			ZnSO ₄ : iritasi	5	3	6	90	<i>Substantial</i>	
			MgSO ₄ : iritasi	5	3	6	90	<i>Substantial</i>	
Na ₂ C ₂ O ₄ : iritasi dan korosif	15		3	6	270	<i>Priority 1</i>			

			H ₂ C ₂ O ₄ : iritasi dan inflamasi	5	3	6	90	<i>Substantial</i>		
			EDTA: iritasi	5	3	3	45	<i>Priority 3</i>		
			KMnO ₄ : iritasi, terpapar lama dapat menyebabkan kulit terbakar	15	3	3	135	<i>Substantial</i>		
		Bahaya kimia: bahan kimia kontak dengan mata	Na ₂ CO ₃ : iritasi mata, kemungkinan luka bakar	15	1	6	90	<i>Substantial</i>	<ul style="list-style-type: none"> - SOP - <i>Safety goggles</i> - Bekerja dengan hati-hati 	
			ZnSO ₄ : iritasi	5	1	6	30	<i>Priority 3</i>		
			MgSO ₄ : iritasi ringan	5	1	6	30	<i>Priority 3</i>		
			Na ₂ C ₂ O ₄ : iritasi dan korosif	15	1	6	90	<i>Substantial</i>		
			H ₂ C ₂ O ₄ : iritasi dan inflamasi, luka bakar, kerusakan pada kornea hingga kebutaan	25	1	6	150	<i>Substantial</i>		
			EDTA: iritasi	5	1	3	15	<i>Acceptable</i>		
			KMnO ₄ : iritasi, terpapar lama dapat buta	15	1	3	45	<i>Priority 3</i>		
2.	Mengambil larutan HCl pekat dengan pipet	Bahaya kimia: menghirup uap larutan	Batuk, tersedak, merusak jaringan saluran pernafasan bagian atas, sensitifitas pada paru-paru	5	6	3	90	<i>Substantial</i>		<ul style="list-style-type: none"> - SOP - Pakai masker
		Bahaya kimia: terkena larutan	Iritasi dan korosif pada kulit, luka bakar, dan dermatitis.	15	3	3	135	<i>Substantial</i>		Pakai sarung tangan karet

3.	Memasukkan larutan ke dalam labu takar	Bahaya fisik: tergores pecahan kaca	Luka ringan	1	3	10	30	<i>Priority 3</i>	Bekerja dengan hati-hati
		Bahaya kimia: terkena larutan	Na ₂ CO ₃ : iritasi pada kulit dan mata, kemungkinan luka bakar	15	1	6	80	<i>Substantial</i>	- Pakai jas lab - Pakai sarung tangan karet - Pakai sepatu tertutup
			ZnSO ₄ : iritasi	5	1	6	30	<i>Priority 3</i>	
			MgSO ₄ : iritasi	5	1	6	30	<i>Priority 3</i>	
			Na ₂ C ₂ O ₄ : iritasi dan korosif pada kulit dan mata.	15	1	6	80	<i>Substantial</i>	
			H ₂ C ₂ O ₄ : iritasi dan inflamasi pada kulit, kontak mata bisa iritasi, luka bakar, kerusakan kornea, kebutaan	25	1	6	150	<i>Substantial</i>	
			EDTA: iritasi pada kulit dan mata	5	1	3	15	<i>Acceptable</i>	
			KMnO ₄ : iritasi pada kulit dan mata, terpapar lama dapat menyebabkan kulit terbakar, dan kebutaan	15	1	3	45	<i>Substantial</i>	
4.	Menambahkan aquadest	Bahaya fisik: tergores kaca	Luka ringan	1	1	10	10	<i>Acceptable</i>	Bekerja dengan hati-hati

5.	Mengocok atau membolak-balikkan labu takar	Bahaya fisik: tergores pecahan kaca	Luka ringan	1	0.5	10	5	<i>Acceptable</i>	Bekerja dengan hati-hati
----	--	--	-------------	---	-----	----	---	-------------------	--------------------------

Tabel 6.8 Hasil Penilaian Risiko pada Tahap Pembuatan Buffer

No	Jenis Kegiatan	Hazard	Dampak	Analisis Risiko			Nilai risiko	Tingkat Risiko	Rekomendasi Pengendalian
				C	L	E			
1.	Mengambil padatan NH ₄ Cl	Bahaya kimia: terhirup bahan kimia	Iritasi pada sal.pernafasan dan membran mukus	5	3	3	45	<i>Priority 3</i>	- SOP - MSDS - Pakai masker
		Bahaya kimia: terkena bahan kimia	Kontak pada kulit: sensitifitas, iritasi	5	3	3	45	<i>Priority 3</i>	Pakai sarung tangan karet
			Kontak pada mata: iritasi, katarak	15	1	3	45	<i>Priority 3</i>	Pakai <i>safety goggles</i>
3.	Memasukkan larutan ke dalam labu takar	Bahaya fisik: tergores pecahan kaca	Luka ringan	1	3	3	9	<i>Acceptable</i>	Pakai sarung tangan karet
		Bahaya kimia: terkena larutan NH ₄ Cl	Kontak pada kulit: sensitifitas, iritasi	5	3	3	45	<i>Priority 3</i>	- Pakai sarung tangan karet - Pakai sepatu tertutup

2.	Mengambil NH ₄ OH dengan volumetric pipet	Bahaya kimia: menghirup uap larutan	Iritasi pada sal.pernafasan atas ditandai dengan batuk, sesak nafas, dan rasa terbakar.	5	6	3	90	<i>Substantial</i>	- SOP - MSDS - Pakai masker
		Bahaya kimia: kontak kulit	Iritasi dan korosif pada kulit	15	3	3	135	<i>Substantial</i>	Pakai sarung tangan karet
4.	Menambahkan aquadest ke dalam labu takar	Bahaya fisik: tergores pecahan kaca	Luka ringan	1	1	3	3	<i>Acceptable</i>	Bekerja dengan hati-hati

Tabel 6.9 Hasil Penilaian Risiko pada Tahap Standardisasi LSS dan Penentuan Kadar

No	Jenis Kegiatan	Hazard	Dampak	Analisis Risiko			Nilai risiko	Tingkat Risiko	Rekomendasi Pengendalian
				C	L	E			
1.	Memasukkan Larutan Standar Sekunder (HCl, EDTA, KMnO ₄) ke dalam buret	Bahaya kimia: terkena bahan kimia	HCl: iritasi pada kulit dan mata, luka bakar	15	1	10	150	<i>Substantial</i>	- Pengawasan - Pakai sarung tangan karet
			EDTA: iritasi pada kulit dan mata	5	1	10	50	<i>Priority 3</i>	
			KMnO ₄ : iritasi pada kulit dan mata, terpapar lama menyebabkan kulit terbakar, dan kebutaan	15	1	10	150	<i>Substantial</i>	- Pakai <i>safety goggles</i> - Bekerja dengan hati-hati
		Terjatuh	Luka/cidera ringan	1	1	10	10	<i>Acceptable</i>	Bekerja hati-hati

2.	Mengambil larutan sampel (Na_2CO_3 , ZnSO_4 , MgSO_4 , $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) dengan volumetric pipet	Bahaya fisik: terkena pecahan kaca	Luka ringan	1	1	10	10	<i>Acceptable</i>	Pegang <i>volumetric</i> pipet dengan alas kain
		Bahaya kimia: mulut terkena larutan kimia	Na_2CO_3 : iritasi, kemungkinan luka bakar	15	1	10	150	<i>Substantial</i>	- SOP - Pengawasan - Gunakan bulb/prop karet
			ZnSO_4 : iritasi	5	1	10	50	<i>Priority 3</i>	
			MgSO_4 : iritasi	5	1	10	50	<i>Priority 3</i>	
			$\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$: iritasi dan korosif	15	1	10	150	<i>Substantial</i>	
			$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$: iritasi dan inflamasi	25	1	10	250	<i>Priority 1</i>	
Ergonomi	Nyeri pegal-pegal	1	1	10	10	<i>Acceptable</i>	-		
3.	Masukkan larutan buffer	Bahaya kimia: terkena bahan kimia	Korosif pada kulit, luka bakar	15	3	10	450	<i>Very high</i>	Pakai sarung tangan karet
		Bahan kimia: terhirup	Iritasi pada saluran pernafasan ditandai dengan batuk, tersedak, nafas pendek.	5	3	10	150	<i>Substantial</i>	Pakai masker
4.	Masukkan indikator (MO, EBT, H_2SO_4) ke dalam erlenmeyer	Bahaya kimia: terkena bahan kimia	MO: iritasi pada kulit dan mata	5	3	10	150	<i>Substantial</i>	- Pakai sarung tangan karet - Pakai <i>safety goggles</i>
			EBT: iritasi pada kulit dan mata	5	3	10	150	<i>Substantial</i>	
			H_2SO_4 : iritasi pada kulit dan mata, luka bakar	15	3	10	450	<i>Very high</i>	

5.	Panaskan air menggunakan heater	Bahaya fisik: terkena air panas	Kulit memerah, melepuh	5	1	10	50	<i>Priority 3</i>	- Pakai jas lab - Pakai sepatu tertutup - Bekerja hati-hati
		Bahaya elektrik	Tersengat listrik	1	3	10	30	<i>Priority 3</i>	Bekerja dengan hati-hati
6.	Melakukan titrasi	Bahaya kimia: terkena larutan	HCl: iritasi pada kulit, luka bakar	15	0.5	10	75	<i>Substantial</i>	Pakai sarung tangan karet
			EDTA: iritasi pada kulit	5	0.5	10	25	<i>Priority 3</i>	
			KMnO ₄ : iritasi, terpapar lama menyebabkan kulit terbakar	15	0.5	10	75	<i>Substantial</i>	
		Ergonomi: <i>repetitive motion</i>	Nyeri dan pegal-pegal	1	1	10	10	<i>Acceptable</i>	Bergantian tangan

BAB VII PEMBAHASAN

7.1 Keterbatasan Penelitian

Keterbatasan dalam penelitian ini adalah:

1. Analisis risiko pada kegiatan Praktikum Kimia Analitik Kuantitatif hanya dilakukan seorang diri berdasarkan pengetahuan yang dimiliki oleh penulis. Seharusnya dalam melakukan analisis risiko itu lebih baik dilakukan oleh beberapa orang atau tim.
2. Pada Laboratorium Kimia Teknik Metalurgi dan Material UI belum ada kegiatan analisis risiko sehingga hasil yang didapatkan tidak bisa dibandingkan.

7.2 Pembahasan Hasil Penilaian Risiko pada Tahap Preparasi Sampel

Berdasarkan hasil identifikasi dan penilaian risiko, risiko pada kegiatan preparasi sampel adalah sebagai berikut.

1. Risiko kontak kulit dengan $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_3$ dan $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ memiliki tingkat risiko 450 dengan keterangan *very high*.
 - Faktor *consequence* dikategorikan *serious* (15) karena jika terjadi dapat mengakibatkan efek yang serius yaitu iritasi hingga mengalami luka bakar.
 - Faktor *likelihood* dikategorikan *unusual but possible* (3) karena dari hasil wawancara dan observasi risiko tersebut tidak biasa terjadi namun memungkinkan karena terkadang ada mahasiswa yang tidak menggunakan sarung tangan pada saat mengambil bahan kimia.
 - Faktor *exposure* dikategorikan *continuously* (10) karena penggunaan bahan kimia itu lebih dari sekali dalam sehari.
2. Risiko kontak mata dengan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ dengan tingkat risiko 250 dengan keterangan *priority 1*.

- Faktor *consequence* dikategorikan *very serious* (25), jika terjadi dapat mengakibatkan efek yang cukup serius yaitu iritasi pada mata hingga mengalami luka bakar. Selain itu juga dapat mengakibatkan kerusakan kornea dan kebutaan yang dapat membuat cacat permanen.
 - Faktor *likelihood* dikategorikan *remotely possible* (1) karena kejadian tersebut memang sangat jarang terjadi, apalagi kemungkinan sampai mengakibatkan efek yang sangat serius.
 - Faktor *exposure* dikategorikan *continuously* (10) karena pemakaian bahan kimia lebih dari sekali dalam sehari pada saat preparasi sampel.
3. Risiko terkena larutan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ dengan tingkat risiko 250 dengan kriteria *priority 1*.
- Faktor *consequence* dikategorikan *very serious* (25) karena dampak terkena asam oksalat bisa hingga menyebabkan kebutaan, sehingga termasuk kategori yang bisa mengakibatkan cacat serius.
 - Faktor *likelihood* dikategorikan *remotely possible* (1), kejadian yang sangat jarang terjadi, tetapi bisa saja terjadi pada saat memasukkan larutan tersebut tidak menggunakan bantuan batang pengaduk sehingga bisa ada percikan yang bisa mengenai mata.
 - Faktor *exposure* dikategorikan *continuously* (10) karena pembuatan sampel dilakukan sebanyak 2 atau 3 kali dalam sehari.
4. Risiko $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ kontak pada mata dengan tingkat risiko 220 dengan kriteria *priority 1*.
- Faktor *consequence* dikategorikan *very serious* (25) dengan penjelasan terkenanya potasium dikromat pada mata dapat mengakibatkan pandangan mata kabur hingga kebutaan, jadi termasuk sangat serius karena bisa membuat orang mengalami cacat.
 - Faktor *likelihood* dikategorikan *unusual but possible* (3), jika pada saat memasukkan larutan tidak menggunakan bantuan batang pengaduk bisa saja ada percikan yang mengenai mata, memang tidak biasa terjadi tetapi mungkin.

- Faktor *exposure* dikategorikan *occasionally* (3) aktivitas ini dilakukan sekali dalam seminggu yaitu jika penggunaan buret sudah selesai dipakai.
5. Risiko kontak mata pada saat mengambil serbuk $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_3$ dan $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ dengan tingkat risiko 150 dengan keterangan *substantial*.
- Faktor *consequence* dikategorikan *serious* (15) karena jika terjadi dapat mengakibatkan efek yang serius yaitu iritasi hingga mengalami luka bakar.
 - Faktor *likelihood* dikategorikan *remotely possible* (1) dengan alasan kecelakaan itu kemungkinan terjadinya kecil tetapi memungkinkan karena mahasiswa memang tidak ada yang menggunakan *safety goggles*.
 - Faktor *exposure* dikategorikan *continuously* (10) karena pemakaian bahan kimia tersebut berkali-kali dalam sehari.
6. Risiko kulit terkena bahan kimia ZnSO_4 , MgSO_4 , dan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ dengan tingkat risiko 150 dengan keterangan *substantial*.
- Faktor *consequence* dikategorikan *important* (5) dengan penjelasan jika terjadi hal tersebut dampak yang dihasilkan perlu mendapatkan perhatian dan pertolongan medis.
 - Faktor *likelihood* dikategorikan *unusual but possible* (3) karena terkadang ada mahasiswa yang tidak menggunakan sarung tangan pada saat mengambil bahan kimia.
 - Faktor *exposure* dikategorikan *continuously* (10) karena pembuatan sampel dilakukan sebanyak 3 kali dalam sehari sehingga eksposur terkena bahan kimia tersebut pun lebih dari satu kali dalam sehari.
7. Risiko terhirup bahan kimia $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_3$, ZnSO_4 , MgSO_4 , $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, dan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ dengan tingkat risiko 150 dengan keterangan *substantial*.
- Faktor *consequence* dikategorikan *important* (5), dampak yang terjadi berupa iritasi pada saluran pernafasan perlu membutuhkan pertolongan medis.
 - Faktor *likelihood* dikategorikan *unusual but possible* (3), dari hasil wawancara dengan asisten laboratorium kecelakaan tersebut tidak

- biasa terjadi tetapi mungkin terjadi karena pada saat melakukan kegiatan tersebut banyak mahasiswa yang tidak memakai masker.
- Faktor *exposure* dikategorikan *continuously* (10) karena pemakaian bahan kimia tersebut berkali-kali yaitu sebanyak 3 kali dalam sehari.
8. Risiko terkena bahan kimia saat memasukkan larutan $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_3$ dan $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ dengan tingkat risiko 150 dengan keterangan *substantial*.
- Faktor *consequence* dikategorikan *serious* (15) karena dampak yang ditimbulkan jika terkena bahan kimia tersebut bisa sangat serius sampai mengalami kulit terbakar.
 - Faktor *likelihood* dikategorikan *remotely possible* (1) dengan penjelasan kejadian tersebut memiliki kemungkinan yang sangat kecil.
 - Faktor *exposure* dikategorikan *continuously* (10) karena pemakaian bahan kimia tersebut dilakukan berkali-kali dalam sehari pada saat preparasi sampel.
9. Risiko K_2CrO_7 kontak pada kulit dengan tingkat risiko 135 dengan keterangan *substantial*.
- Faktor *consequence* dikategorikan *serious* (15) karena jika terkena potasium dikromat dapat mengakibatkan efek luka bakar.
 - Faktor *likelihood* dikategorikan *unusual but possible* (3) karena jika pada saat memasukkan larutan tidak menggunakan bantuan batang pengaduk, bisa ada percikan yang mengenai kulit, memang tidak biasa terjadi tetapi mungkin.
 - Faktor *exposure* dikategorikan *occasionally* (3) aktivitas ini dilakukan sekali dalam seminggu yaitu jika penggunaan buret sudah selesai dipakai.
10. Risiko kontak dengan mata pada saat mengambil bahan kimia ZnSO_4 dan MgSO_4 dengan tingkat risiko 50 dengan keterangan *priority 3*.
- Faktor *consequence* dikategorikan *important* (5) dengan penjelasan jika terjadi hal tersebut dampak yang dihasilkan perlu mendapatkan perhatian dan pertolongan medis.

- Faktor *likelihood* dikategorikan *remotely possible* (1) karena dari hasil wawancara dengan asisten laboratorium kecelakaan tersebut sangat kecil kemungkinan untuk terjadinya.
- Faktor *exposure* dikategorikan *continuously* (10) karena pembuatan sampel dilakukan sebanyak 3 kali dalam sehari sehingga eksposur terkena bahan kimia tersebut pun lebih dari satu kali dalam sehari yaitu sebanyak 3 kali.

11. Risiko terkena bahan kimia saat memasukkan larutan $ZnSO_4$ dan $MgSO_4$ dengan tingkat risiko 50 dengan keterangan *priority 3*.

- Faktor *consequence* dikategorikan *important* (5) karena dampak yang ditimbulkan jika terkena bahan kimia tersebut hanya berupa iritasi pada kulit dan mata.
- Faktor *likelihood* dikategorikan *remotely possible* (1) kejadian tersebut memiliki kemungkinan yang sangat kecil.
- Faktor *exposure* dikategorikan *continuously* (10) karena pemakaian bahan kimia tersebut dilakukan berkali-kali dalam sehari pada saat preparasi sampel.

12. Risiko tergores pecahan kaca/gelas dengan tingkat 60 dengan keterangan *priority 3*.

- Faktor *consequence* dikategorikan *noticeable* (1) dengan penjelasan efek dari risiko tersebut ringan berupa luka-luka biasa.
- Faktor *likelihood* dikategorikan *likely* (6) karena kemungkinan terjadinya kecelakaan pada aktivitas tersebut 50%:50% hal itu disebabkan saat memasukkan larutan ke labu takar, labu takar itu jarang/tidak dipegangi sehingga sangat mudah untuk terjatuh akibat tidak kuat menahan corong dan bisa juga karena tersenggol.
- Faktor *exposure* dikategorikan *continuously* (10) karena pembuatan sampel dilakukan sebanyak 3 kali sehingga risiko tergores pecahan kaca tersebut pun memiliki tingkat eksposur yang sama.

7.3 Pembahasan Hasil Penilaian Risiko pada Tahap Pembuatan Larutan Standar Primer dan Larutan Standar Sekunder

Berdasarkan hasil identifikasi dan penilaian risiko, risiko pada tahap pembuatan larutan standar primer dan sekunder adalah sebagai berikut.

1. Risiko kontak kulit dengan bahan kimia pada saat mengambil serbuk $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_3$ dan $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ dengan tingkat risiko 270 dengan keterangan *priority 1*.
 - Faktor *consequence* dikategorikan *serious* (15) karena jika terjadi dapat mengakibatkan efek yang serius yaitu iritasi pada kulit hingga mengalami luka bakar.
 - Faktor *likelihood* dikategorikan *unusual but possible* (3) karena dari hasil wawancara dengan asisten laboratorium kecelakaan tersebut tidak biasa terjadi namun memungkinkan untuk dapat terjadi jika mahasiswa tidak menggunakan sarung tangan.
 - Faktor *exposure* dikategorikan *frequently* (6) karena pemakaian bahan kimia tersebut hanya dipakai sekali untuk pembuatan larutan standar primer.
2. Risiko kontak mata dengan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ dengan tingkat risiko 150 dengan keterangan *priority 1*.
 - Faktor *consequence* dikategorikan *very serious* (25) dengan penjelasan jika terjadi dapat mengakibatkan efek yang sangat serius yaitu mengalami luka bakar, kerusakan kornea, dan kebutaan.
 - Faktor *likelihood* dikategorikan *remotely possible* (1) karena dari hasil wawancara kejadian tersebut tidak biasa terjadi, efek yang ditimbulkan juga hanya sekedar iritasi tidak sampai mengakibatkan luka yang serius.
 - Faktor *exposure* dikategorikan *frequently* (6) karena pemakaian bahan kimia tersebut hanya dipakai sekali untuk pembuatan larutan standar primer.
3. Risiko kontak dengan larutan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ dengan tingkat risiko 150 dengan keterangan *substantial*.

- Faktor *consequence* dikategorikan *very serious* (25) dengan penjelasan dampak yang diakibatkan jika kontak dengan asam oksalat bisa mengalami luka bakar hingga kebutaan pada mata.
 - Faktor *likelihood* dikategorikan *remotely possible* (1) karena kemungkinan terjadi hal itu jarang sekali, biasanya labu takar terjatuh tidak sampai pecah sehingga tumpahan bahan kimianya pun hanya sedikit bahkan sering tidak ada.
 - Faktor *exposure* dikategorikan *frequently* (6) dengan penjelasan pemakaian bahan kimia hanya sekali untuk pembuatan LSP.
4. Risiko kontak kulit dengan KMnO_4 untuk pembuatan larutan standar sekunder dengan tingkat risiko 135 dengan keterangan *substantial*.
- Faktor *consequence* dikategorikan *serious* (15) karena jika terjadi kontak yang lama pada kulit bisa mengakibatkan dampak yang cukup serius.
 - Faktor *likelihood* dikategorikan *unusual but possible* (3) karena risiko itu tidak biasa terjadi namun memungkinkan untuk dapat terjadi.
 - Faktor *exposure* dikategorikan *occasionally* (3) karena pemakaian bahan kimia tersebut dipakai sekali untuk pembuatan larutan standar sekunder yang bisa dipakai untuk satu kali praktikum.
5. Risiko terkena bahan kimia pada saat mengambil HCl pekat dengan tingkat risiko 135 dengan keterangan *substantial*.
- Faktor *consequence* dikategorikan *serious* (15) karena jika terjadi dapat mengakibatkan efek yang serius berupa iritasi pada mata dan kulit hingga mengalami luka bakar.
 - Faktor *likelihood* dikategorikan *unusual but possible* (3), dari hasil observasi kejadian itu tidak biasa terjadi namun memungkinkan, kondisi bekerja yang tidak fleksibel dalam lemari asam membuat itu menjadi mungkin untuk terjadi.
 - Faktor *exposure* dikategorikan *occasionally* (3) karena pemakaian bahan kimia tersebut hanya dipakai sekali dalam seminggu.
6. Risiko kontak mata dengan bahan kimia $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_3$ dan $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ dengan tingkat risiko 90 dengan keterangan *substantial*.

- Faktor *consequence* dikategorikan *serious* (15) karena jika terjadi dapat mengakibatkan efek yang serius yaitu iritasi hingga mengalami luka bakar.
 - Faktor *likelihood* dikategorikan *remotely possible* (1) karena kecelakaan tersebut tidak biasa terjadi namun memungkinkan.
 - Faktor *exposure* dikategorikan *frequently* (6) karena pemakaian bahan kimia tersebut hanya dipakai sekali untuk pembuatan larutan standar primer.
7. Risiko terhirup bahan kimia $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_3$, ZnSO_4 , MgSO_4 , $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, dan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ dengan tingkat risiko 90 dengan keterangan *substantial*.
- Faktor *consequence* dikategorikan *important* (5), dampak yang terjadi berupa iritasi pada saluran pernafasan dan perlu membutuhkan pertolongan medis.
 - Faktor *likelihood* dikategorikan *unusual but possible* (3), dari hasil observasi kecelakaan tersebut tidak biasa terjadi tetapi mungkin terjadi karena pada saat melakukan kegiatan tersebut banyak mahasiswa yang tidak memakai masker.
 - Faktor *exposure* dikategorikan *frequently* (6) karena pembuatan larutan standar primer hanya dibuat satu kali dalam sehari sehingga untuk *terexposure* bahan kimia itu juga kira-kira satu kali.
8. Risiko kontak kulit dengan bahan kimia ZnSO_4 , MgSO_4 , dan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ dengan tingkat risiko 90 dengan keterangan *substantial*.
- Faktor *consequence* dikategorikan *important* (5) karena dampak yang ditimbulkan hanya berupa iritasi pada kulit yang tidak begitu serius, tetapi penting untuk mendapatkan pertolongan medis.
 - Faktor *likelihood* dikategorikan *unusual but possible* (3) karena dari hasil wawancara dengan asisten laboratorium kecelakaan tersebut tidak biasa terjadi namun memungkinkan untuk dapat terjadi.
 - Faktor *exposure* dikategorikan *frequently* (6) karena pemakaian bahan kimia hanya sekali untuk pembuatan larutan standar primer.
9. Risiko terhirup uap HCl dengan tingkat risiko 90 dengan keterangan *substantial*.

- Faktor *consequence* dikategorikan *important* (5) karena efek jika menghirup uap HCl perlu mendapatkan perhatian dan pertolongan dari medis, meskipun efek yang ditimbulkan bisa sampai serius merusak jaringan pada saluran pernafasan, tetapi itu jika menghirup agak lama dan tanpa bekerja di lemari asam.
 - Faktor *likelihood* dikategorikan *likely* (6) dengan alasan kemungkinan kejadian itu dapat terjadi 50%:50% karena tidak menggunakan masker dan jika *exhaust* pada lemari asam kurang berfungsi dengan baik, maka kemungkinannya menjadi bertambah.
 - Faktor *exposure* dikategorikan *occasionally* (3) karena pemakaian bahan kimia hanya sekali dalam seminggu.
10. Risiko kontak dengan larutan $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_3$ dan $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ dengan tingkat risiko 80 dengan keterangan *substantial*.
- Faktor *consequence* dikategorikan *serious* (15) karena dampak yang ditimbulkan jika terkena bahan kimia tersebut bisa sangat serius sampai mengalami kulit terbakar.
 - Faktor *likelihood* dikategorikan *remotely possible* (1) kejadian yang kemungkinan terjadinya kecil dengan penjelasan walaupun kemungkinan terjadinya risiko tergores pecahan kaca pada saat melakukan kegiatan ini sering, tetapi biasanya bahan kimia yang tumpah akibat labu takar terjatuh sangat jarang.
 - Faktor *exposure* dikategorikan *frequently* (6) karena pembuatan larutan standar primer hanya dilakukan sekali dalam sehari.
11. Risiko kontak kulit dengan bahan kimia EDTA dengan tingkat risiko 45 dengan keterangan *priority 3*.
- Faktor *consequence* dikategorikan *important* (5) yaitu dampak yang membutuhkan perawatan medis.
 - Faktor *likelihood* dikategorikan *unusual but possible* (3) karena berdasarkan observasi kecelakaan tersebut tidak biasa terjadi namun memungkinkan untuk dapat terjadi.

- Faktor *exposure* dikategorikan *occasionally* (3) karena pemakaian bahan kimia tersebut hanya dipakai sekali dalam seminggu yaitu untuk pembuatan larutan standar sekunder.
12. Risiko KMnO_4 kontak pada mata saat pembuatan larutan standar sekunder dengan tingkat risiko 45 dengan keterangan *priority* 3.
- Faktor *consequence* dikategorikan *serious* (15) karena jika terjadi kontak yang lama pada mata bisa mengakibatkan kebutaan.
 - Faktor *likelihood* dikategorikan *unusual but possible* (1) karena dari kecelakaan tersebut tidak biasa terjadi namun memungkinkan untuk dapat terjadi.
 - Faktor *exposure* dikategorikan *occasionally* (3) karena pemakaian bahan kimia tersebut dipakai sekali untuk pembuatan larutan standar sekunder yang bisa dipakai untuk satu kali praktikum.
13. Risiko terhirup bahan kimia EDTA dan KMnO_4 dengan tingkat risiko 45 dengan keterangan *priority* 3.
- Faktor *consequence* dikategorikan *important* (5) karena dampak jika kontak pada kulit dengan larutan EDTA adalah mengalami iritasi yang dapat dianggap sebagai dampak yang tidak terlalu serius, tetapi butuh pertolongan medis.
 - Faktor *likelihood* dikategorikan *unusual but possible* (3) karena dari hasil wawancara dengan asisten laboratorium kecelakaan tersebut tidak biasa terjadi namun memungkinkan untuk dapat terjadi karena banyak yang saat mengambil bahan kimia tidak menggunakan masker.
 - Faktor *exposure* dikategorikan *occasionally* (3) karena pemakaian bahan kimia tersebut hanya dipakai sekali dalam seminggu yaitu untuk pembuatan larutan standar sekunder.
14. Risiko terkena larutan KMnO_4 dengan tingkat risiko 45 dengan keterangan *priority* 3.
- Faktor *consequence* dikategorikan *serious* (15) karena jika terjadi kontak yang cukup lama pada kulit bisa mengakibatkan dampak yang cukup serius.

- Faktor *likelihood* dikategorikan *remotely possible* (1) karena kemungkinan terjadinya jarang sekali, biasanya labu takar terjatuh tidak sampai pecah sehingga tumpahan bahan kimianya pun hanya sedikit bahkan sering tidak ada.
- Faktor *exposure* dikategorikan *occasionally* (3) karena pemakaian bahan kimia hanya dipakai sekali dalam seminggu yaitu pada saat pembuatan larutan standar sekunder.

15. Risiko bahan kimia ZnSO₄ dan MgSO₄ kontak pada mata dengan tingkat risiko 30 dengan keterangan *priority* 3.

- Faktor *consequence* dikategorikan *important* (5) karena dampak yang ditimbulkan jika terkena bahan kimia tersebut hanya berupa iritasi pada kulit yang tidak begitu serius, tetapi penting untuk mendapatkan pertolongan medis.
- Faktor *likelihood* dikategorikan *remotely possible* (1) karena dari hasil observasi kecelakaan tersebut memiliki kemungkinan yang kecil untuk terjadi.
- Faktor *exposure* dikategorikan *frequently* (6) karena bahan kimia tersebut dipakai sekali untuk pembuatan larutan standar primer.

16. Risiko terkena larutan ZnSO₄ dan MgSO₄ pada saat memasukkan ke dalam labu takar dengan tingkat risiko 30 dengan keterangan *priority* 3.

- Faktor *consequence* dikategorikan *important* (5) karena dampak yang ditimbulkan jika terkena bahan kimia tersebut hanya berupa iritasi pada kulit dan mata.
- Faktor *likelihood* dikategorikan *remotely possible* (1) karena kemungkinan terjadinya hal itu jarang sekali, biasanya labu takar terjatuh tidak sampai pecah sehingga tumpahan bahan kimianya pun hanya sedikit bahkan sering tidak ada.
- Faktor *exposure* dikategorikan *frequently* (6) dengan penjelasan pemakaian bahan kimia dilakukan sekali dalam pembuatan larutan standar primer.

7.4 Pembahasan Hasil Penilaian Risiko pada Tahap Pembuatan Buffer

Berdasarkan hasil identifikasi dan penilaian risiko, risiko pada tahap pembuatan buffer adalah sebagai berikut.

1. Risiko kontak kulit dengan NH_4OH saat mengambil bahan kimia itu dengan tingkat risiko 135 dengan keterangan *substantial*.
 - Faktor *consequence* dikategorikan *serious* (15) karena NH_4OH merupakan bahan kimia korosif yang dapat mengakibatkan efek serius jika terjadi kontak pada kulit.
 - Faktor *likelihood* dikategorikan *unusual but possible* (3) karena jika memipet dengan tidak hati-hati maka bisa mengenai kulit tangan sehingga tingkat kemungkinan untuk terjadinya risiko tersebut dikategorikan risiko yang tidak biasa terjadi tetapi memungkinkan untuk terjadi.
 - Faktor *exposure* dikategorikan *occasionally* (3) karena buffer dibuat cukup untuk selama satu minggu, jadi tingkat eksposur terkena bahan kimia itu hanya sekali dalam seminggu.
2. Risiko terhirup uap NH_4OH dengan tingkat risiko 90 dengan keterangan *substantial*.
 - Faktor *consequence* dikategorikan *important* (5) karena efek akut jika menghirup bahan kimia ini hanya berupa iritasi biasa pada saluran pernafasan.
 - Faktor *likelihood* dikategorikan *likely* (6), meskipun menggunakan lemari asam pada saat mengambilnya, seringkali mahasiswa menunduk ke bagian bawah lemari asam yang tidak terlindungi dengan kaca sehingga memungkinkan untuk menghirup uap bahan kimia tersebut.
 - Faktor *exposure* dikategorikan *occasionally* (3) karena buffer dibuat cukup untuk selama satu minggu, jadi tingkat eksposur terkena bahan kimia itu hanya sekali dalam seminggu.
3. Risiko terhirup NH_4Cl saat mengambil padatan tersebut dengan tingkat risiko 45 dengan keterangan *priority 3*.

- Faktor *consequence* dikategorikan *important* (5) karena efek akibat menghirup bahan NH_4Cl dapat mengiritasi membran mukus yang perlu segera mendapat pertolongan medis.
 - Faktor *likelihood* dikategorikan *unusual but possible* (3) karena pada saat membuka wadah dan padatan sudah diletakkan di cawan petri terkadang mahasiswa suka mendekatkannya ke arah muka untuk melihat padatan tersebut sehingga ada kemungkinan untuk padatan tersebut terhirup.
 - Faktor *exposure* dikategorikan *occasionally* (3) karena buffer dibuat cukup untuk selama satu minggu, jadi tingkat eksposur terkena bahan kimia itu hanya sekali dalam seminggu.
4. Risiko kontak pada kulit dengan NH_4Cl saat mengambil padatan tersebut dengan tingkat risiko 45 dengan keterangan *priority* 3.
- Faktor *consequence* dikategorikan *important* (5) karena jika kontak dengan kulit efeknya berupa iritasi pada kulit, tidak serius tetapi penting untuk mendapatkan perhatian medis.
 - Faktor *likelihood* dikategorikan *unusual but possible* (3), dalam sekali mengambil bahan terkadang sampai satu spatula penuh, hal itulah yang menyebabkan adanya kemungkinan untuk kontak dengan bahan jika terdapat padatan yang tumpah-tumpah.
 - Faktor *exposure* dikategorikan *occasionally* (3) karena buffer dibuat cukup untuk selama satu minggu, jadi tingkat eksposur terkena bahan kimia itu hanya sekali dalam seminggu.
5. Risiko kontak mata dengan NH_4Cl saat mengambil padatan untuk ditimbang dengan tingkat risiko 45 dengan keterangan *priority* 3.
- Faktor *consequence* dikategorikan *serious* (15) karena dampak yang dihasilkan cukup serius yaitu mengakibatkan iritasi sedang (*moderat irritation*) sampai bisa katarak.
 - Faktor *likelihood* dikategorikan *remotely possible* (1) dengan penjelasan pada saat mengambil padatan itu posisi dalam keadaan berdiri berarti jarak muka dengan tangan/meja bahan tidak dekat dan

padatan langsung diletakkan pada cawan petri, jadi kemungkinan untuk terkena ke mata sangat jarang sekali.

- Faktor *exposure* dikategorikan *occasionally* (3) karena bahan kimia ini hanya dipakai sekali dalam seminggu.

7.5 Pembahasan Hasil Penilaian Risiko pada Tahap Standardisasi LSS dan Penentuan Kadar

Berdasarkan hasil identifikasi dan penilaian risiko, risiko pada tahap standardisasi LSS dan penentuan kadar adalah sebagai berikut.

1. Risiko terkena H₂SO₄ dengan tingkat risiko 450 dengan keterangan *very high*.
 - Faktor *consequence* dikategorikan *serious* (15) dengan penjelasan dampak yang dihasilkan dari risiko itu cukup serius.
 - Faktor *likelihood* dikategorikan *unusual but possible* (3) karena kejadian itu tidak biasa terjadi akan tetapi memungkinkan dengan penjelasan pada saat mengambil larutan mahasiswa tidak membawa labu takarnya, sehingga mereka memipet lalu dibawa ke meja praktikum. Jika saat berjalan mahasiswa mengobrol dan lupa maka tetesan bahan kimianya bisa mengenai kaki/anggota tubuh lainnya.
 - Faktor *exposure* dikategorikan *continuously* (10) karena kegiatan tersebut dilakukan sebanyak lebih dari satu kali dalam sehari. Asam sulfat merupakan indikator dalam proses titrasi maka pemakaian bahan kimia tersebut sebanyak proses titrasi dilakukan.
2. Risiko kontak dengan larutan buffer dengan tingkat risiko 450 dengan keterangan *very high*.
 - Faktor *consequence* dikategorikan *serious* (15) dengan penjelasan larutan buffer merupakan campuran bahan kimia yang bersifat korosif, sehingga dampak yang ditimbulkan bisa membuat kulit menjadi terbakar.
 - Faktor *likelihood* dikategorikan *unusual but possible* (3) karena terkadang mahasiswa ke meja pengambilan bahan hanya untuk memipet larutan tidak sekalian menetesakan/memasukkannya ke

dalam labu takar. Jadi, hasil pipetan tersebut dibawa ke meja praktikum dan ada kemungkinan untuk larutan itu menetes akibat lupa dan tidak hati-hati.

- Faktor *exposure* dikategorikan *continuosly* (10) karena larutan buffer digunakan lebih dari satu kali dalam sehari sesuai banyaknya sampel yang akan dititrasi.
3. Risiko terkena larutan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ dengan tingkat risiko 250 dengan keterangan *priority* 1.
- Faktor *consequence* dikategorikan *very serious* (25) karena dampak yang ditimbulkan bisa sangat serius sampai mengalami kulit terbakar.
 - Faktor *likelihood* dikategorikan *remotely possible* (1) dengan penjelasan kemungkinan terjadinya sangat jarang karena memang dilarang memipet dengan mulut, kejadian tersebut bisa terjadi jika ada mahasiswa yang tidak patuh dan tidak tahu jika itu berbahaya.
 - Faktor *exposure* dikategorikan *continuosly* (10) karena kegiatan titrasi dilakukan lebih dari sekali sebanyak sampel yang ada.
4. Risiko terkena larutan HCl dan KMnO_4 saat akan memasukkan larutan ke dalam buret dengan tingkat risiko 150 dengan keterangan *substantial*.
- Faktor *consequence* dikategorikan *serious* (15) karena jika terjadi dapat mengakibatkan efek yang serius yaitu iritasi pada mata dan kulit hingga mengalami luka bakar.
 - Faktor *likelihood* dikategorikan *remotely possible* (1) dengan penjelasan kejadian tersebut memiliki kemungkinan yang sangat kecil karena mahasiswa biasanya memasukkan larutan dengan bantuan corong dan selama observasi hanya ditemukan sekali mahasiswa yang melakukan tanpa corong.
 - Faktor *exposure* dikategorikan *continuosly* (10) karena kegiatan tersebut dilakukan berkali-kali pada saat melakukan titrasi, jika volume larutan yang dibutuhkan kurang maka akan ditambah, begitu seterusnya sehingga akan tereksposur risiko tersebut berkali-kali juga.
5. Risiko terkena larutan $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_3$ dan $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ dengan tingkat risiko 150 dengan keterangan *substantial*.

- Faktor *consequence* dikategorikan *serious* (15) karena dampak yang ditimbulkan bisa sampai mengalami kulit terbakar.
 - Faktor *likelihood* dikategorikan *remotely possible* (1), kemungkinan terjadinya risiko itu sangat jarang dikarenakan memang dilarang memipet dengan mulut, kejadian tersebut bisa terjadi jika ada mahasiswa yang tidak patuh dan tidak tahu jika itu berbahaya.
 - Faktor *exposure* dikategorikan *continuously* (10) karena kegiatan titrasi dilakukan lebih dari sekali sebanyak sampel yang ada sehingga bahan kimia tersebut juga digunakan sebanyak itu dalam sehari.
6. Risiko terkena bahan kimia MO dan EBT dengan tingkat risiko 150 dengan keterangan *substantial*.
- Faktor *consequence* dikategorikan *important* (5) karena MO dan EBT dapat mengakibatkan iritasi jika kontak dengan kulit.
 - Faktor *likelihood* dikategorikan *unusual but possible* (3) dengan penjelasan banyak mahasiswa yang mengambil larutan tanpa membawa labu takar ke meja pengambilan bahan, jadi mereka memipetnya lalu dibawa ke meja praktikum. Jika saat berjalan mahasiswa mengobrol dan lupa maka hasil pipetan bisa lepas dan tetesan bahan kimianya bisa mengenai kaki atau anggota tubuh lainnya. Kejadian tersebut memang tidak biasa terjadi, tetapi mungkin.
 - Faktor *exposure* dikategorikan *continuously* (10) karena bahan kimia itu merupakan indikator dalam proses titrasi maka pemakaian bahan kimia tersebut sebanyak proses titrasi dilakukan. Kegiatan titrasi dilakukan sebanyak lebih dari satu kali dalam sehari.
7. Risiko kontak dengan larutan HCl dan KMnO_4 saat melakukan titrasi dengan tingkat risiko 75 dengan keterangan *substantial*.
- Faktor *consequence* dikategorikan *serious* (15), jika kontak dengan kulit maka dampaknya dapat membuat kulit terbakar walaupun mungkin luka bakar ringan karena konsentrasi larutannya kecil.
 - Faktor *likelihood* dikategorikan *conceivable* (0.5) dengan penjelasan tidak pernah terjadi risiko tersebut pada saat melakukan titrasi, tetapi

hal itu mungkin jika mahasiswa merasa lelah dan bosan akibat jam praktikum yang cukup lama sehingga menjadi tidak fokus.

- Faktor *exposure* dikategorikan *continuosly* (10) karena dalam praktikum ini terdapat 3 sampel untuk dititrasi sehingga terpajan dengan larutan tersebut terjadi beberapa kali dalam sehari.
8. Risiko terkena larutan EDTA saat memasukkan larutan ke dalam buret dengan tingkat risiko 50 dengan keterangan *priority* 3.
- Faktor *consequence* dikategorikan *important* (5) karena dapat menimbulkan iritasi pada kulit dan mata jika terkena larutan tersebut yang membutuhkan perhatian medis.
 - Faktor *likelihood* dikategorikan *remotely possible* (1) dengan penjelasan memiliki kemungkinan yang sangat kecil karena mahasiswa biasanya memasukkan larutan dengan bantuan corong dan selama observasi hanya ditemukan sekali mahasiswa yang melakukan tanpa corong.
 - Faktor *exposure* dikategorikan *continuosly* (10) karena dilakukan berkali-kali pada saat titrasi, jika volume larutan yang dibutuhkan kurang maka akan ditambah, begitu seterusnya.
9. Risiko terkena larutan $ZnSO_4$ dan $MgSO_4$ dengan tingkat risiko 50 dengan keterangan *priority* 3.
- Faktor *consequence* dikategorikan *important* (5) karena dampak yang ditimbulkan jika terkena larutan tersebut hanya berupa iritasi.
 - Faktor *likelihood* dikategorikan *remotely possible* (1) yang artinya memiliki kemungkinan yang sangat jarang sekali karena memang pada saat observasi tidak ada mahasiswa yang memipet dengan mulut.
 - Faktor *exposure* dikategorikan *continuosly* (10) karena kegiatan titrasi dilakukan lebih dari sekali sebanyak sampel yang ada.
10. Risiko terkena air panas dengan tingkat risiko 50 dengan keterangan *priority* 3.
- Faktor *consequence* dikategorikan *important* (5) dengan penjelasan jika terkena air panas efeknya perlu untuk segera mendapatkan pertolongan medis.

- Faktor *likelihood* dikategorikan *remotely possible* (1) kemungkinan untuk terjadinya jarang sekali, karena pada saat membawa air panas ke meja praktikum mahasiswa biasanya akan memberikan tanda melalui suara jika kondisi lalu lintas dalam lab sedang ramai.
 - Faktor *exposure* dikategorikan *continuosly* (10) karena kegiatan tersebut dilakukan beberapa kali dalam sehari untuk membantu proses titrasi sampai terjadi perubahan warna.
11. Risiko tersengat/tersetrum listrik pada saat menyolok kabel heater pada stop kontak dengan tingkat risiko 30 dengan keterangan *priority* 3.
- Faktor *consequence* dikategorikan *noticeable* (1) dampak akibat tersengat listrik tidak begitu parah mungkin hanya *shock* sehingga dikategorikan dalam sakit ringan.
 - Faktor *likelihood* dikategorikan *unusual but possible* (3) kejadian tersengat listrik tidak biasa terjadi, tetapi mungkin untuk terjadi karena kondisi stop kontak dipenuhi dengan banyak kabel *heater* yang berantakan dan lokasi stop kontak dekat dengan tangki air.
 - Faktor *exposure* dikategorikan *continuosly* (10) karena kegiatan memanaskan air akan dilakukan selama melakukan proses titrasi, jika air sudah tidak hangat maka harus dipanaskan lagi, begitu seterusnya.
12. Risiko kontak dengan larutan EDTA saat melakukan titrasi dengan tingkat risiko 25 dengan keterangan *priority* 3.
- Faktor *consequence* dikategorikan *important* (5) karena dampaknya jika kontak pada kulit adalah mengalami iritasi yang dapat dianggap sebagai dampak yang tidak terlalu serius.
 - Faktor *likelihood* dikategorikan *conceivable* (0.5) dengan penjelasan tidak pernah terjadi risiko tersebut pada saat melakukan titrasi, tetapi hal itu mungkin jika mahasiswa merasa lelah dan jenuh akibat jam praktikum yang cukup lama sehingga menjadi tidak fokus.
 - Faktor *exposure* dikategorikan *continuosly* (10) karena dalam praktikum ini terdapat 3 sampel yang harus dititrasi sehingga kontak dengan larutan tersebut terjadi beberapa kali dalam sehari.

7.6 Pembahasan

Berdasarkan hasil tingkat risiko yang didapatkan pada kegiatan Praktikum Kimia Analitik Kuantitatif, salah satu faktor yang mempengaruhi adanya risiko yang terjadi di laboratorium yaitu karena faktor perilaku dari pengguna laboratorium (mahasiswa) yang kurang memperhatikan keselamatan dan keamanan pada saat bekerja di laboratorium. Sebagai contoh, asisten laboratorium dan seluruh mahasiswa telah memiliki jas lab, masker, dan sarung tangan masing-masing. Setiap orang yang akan melakukan praktikum di laboratorium wajib menggunakannya. Namun, pada saat observasi penulis masih menemukan beberapa mahasiswa yang tidak menggunakan APD seperti jas lab, sarung tangan, dan masker saat melakukan praktikum. Kurangnya kesadaran dari beberapa mahasiswa dan asisten laboratorium menunjukkan masih kurangnya informasi mengenai pentingnya keselamatan saat bekerja di laboratorium. Hal ini dapat dikendalikan dengan melakukan induksi keselamatan setiap akan memulai praktikum. Selain itu, perlu adanya pengawasan dari laboran pada saat praktikum berlangsung.

Pihak Laboratorium Kimia Teknik Metalurgi dan Material UI juga masih sangat kurang terkait manajemen keselamatan laboratorium. Hal itu dapat terlihat dari beberapa penjelasan berikut.

- a. Laboratorium Kimia Teknik Metalurgi dan Material UI belum mempunyai dokumen MSDS (*Material Safety Data Sheets*). Dokumen yang terdapat di laboratorium hanya berupa pengklasifikasian hazard pada bahan kimia yang digunakan untuk pembuangan limbah bahan kimia, yang ditandai dengan *signs* atau simbol-simbol. Jadi, pihak laboratorium harus menyediakan MSDS untuk setiap bahan kimia yang terdapat di laboratorium dan dokumen MSDS tersebut harus selalu tersedia di laboratorium dan mudah diakses oleh pengguna laboratorium.
- b. Laboratorium Kimia Teknik Metalurgi dan Material UI telah memiliki SOP laboratorium. Namun, SOP tersebut tidak terdapat/terpasang di laboratorium. Hanya prosedur penggunaan peralatan dan prosedur penanggulangan keadaan darurat yang terdapat di laboratorium. Selain itu,

SOP dan prosedur praktikum juga tidak selalu terdapat pada modul praktikum.

c. Laboratorium Kimia Teknik Metalurgi dan Material UI belum pernah melakukan kegiatan penilaian risiko (*risk assessment*). Padahal penilaian risiko dibutuhkan untuk mengetahui jenis bahaya dan risiko yang ada dari bahan kimia dan peralatan yang digunakan di laboratorium.

d. *Housekeeping* di Laboratorium Kimia Teknik Metalurgi dan Material UI

Terdapat banyak wadah dan kontainer berisi limbah yang berantakan di dalam laboratorium tempat praktikum. Wadah yang sudah berisi penuh dengan limbah masih dibiarkan begitu saja di sana, tidak langsung dipindahkan ke dalam jerigen. Padahal sudah terdapat prosedur untuk pembuangan limbah yang tertempel di jendela laboratorium dan dalam prosedur itu disebutkan bahwa wadah/kontainer hanya boleh terisi 2/3 bagian saja.

Dari uraian di atas terlihat bahwa pihak Laboratorium Kimia Teknik Metalurgi dan Material UI masih kurang memiliki kesadaran mengenai pentingnya keselamatan bekerja di laboratorium. Oleh karena itu, diperlukan manajemen keselamatan pada laboratorium. Dengan manajemen keselamatan yang efektif dapat mengendalikan tingkat risiko yang ada di laboratorium.

BAB VIII

SIMPULAN DAN SARAN

8.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penilaian risiko pada kegiatan Praktikum Kimia Analitik Kuantitatif di Laboratorium Kimia Teknik Metalurgi dan Material UI dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

1. Secara umum pada kegiatan Praktikum Kimia Analitik Kuantitatif bahaya yang paling banyak yaitu bahaya kimia yang berasal dari bahan kimia yang digunakan selama praktikum antara lain *Natrium carbonate*, *Natrium oxalate*, *Zinc sulfate*, *Magnesium Sulfate*, *Oxalic acid*, *Hydrochloric acid*, *Pottasium permanganate*, EDTA, *Ammonium chloride*, *Ammonium hydroxide*, *Eriochrome Black T*, *Hydrogen sulfate*, *Methyl orange*, dan *Pottasium dichromate*.
2. Tingkat risiko pada kegiatan Praktikum Kimia Analitik Kuantitatif yang didapatkan, yaitu risiko dengan tingkat risiko *very high* sebanyak 4 risiko (4,5%), *priority 1* sebanyak 6 risiko (6,7%), *substantial* sebanyak 42 risiko (47,2%), *priority 3* sebanyak 25 risiko (28,1%), dan *acceptable* sebanyak 12 risiko (13,5%).
3. Risiko tertinggi pada tahapan preparasi sampel adalah kontak kulit dengan $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_3$ dan $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ pada saat mengambil bahan kimia itu dengan nilai risiko 450 dengan keterangan *very high*.
4. Risiko tertinggi pada tahapan pembuatan larutan standar primer dan sekunder adalah kontak kulit dengan $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_3$ dan $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ pada saat mengambil bahan kimia dengan nilai risiko 270 dengan keterangan *priority 1*.
5. Risiko tertinggi pada tahapan pembuatan buffer adalah terkena NH_4OH saat mengambil bahan kimia itu untuk dicampurkan dengan larutan NH_4Cl dengan nilai risiko 135 dengan keterangan *substantial*.

6. Risiko tertinggi pada tahapan standardisasi larutan standar sekunder dan penetapan kadar adalah kontak dengan H_2SO_4 dan larutan buffer pada saat menambahkan larutan itu ke dalam labu takar dengan nilai risiko 450 dengan keterangan *very high*.

8.2 Saran

Secara umum, saran yang dapat diberikan untuk dapat mengelola risiko yang ada di laboratorium adalah sebagai berikut.

1. Bagi Pihak Departemen Teknik Metalurgi dan Material UI
 - a. Perlu dibuat manajemen keselamatan di Laboratorium Kimia Teknik Metalurgi dan Material UI.
 - b. Membuat perkuliahan K3 laboratorium atau setidaknya mengadakan 2 sesi perkuliahan mengenai K3 laboratorium di semua perkuliahan yang terdapat praktikum guna meningkatkan pengetahuan dan kesadaran seluruh pengguna laboratorium (mahasiswa) terkait keselamatan kerja di laboratorium.
2. Bagi Pihak Laboratorium Kimia Teknik Metalurgi dan Material UI
 - a. Menyediakan SOP (*Standar Operating Procedur*) praktikum di laboratorium. Selain itu, SOP harus dipasang/ditempel di laboratorium dan prosedur juga harus selalu ada di modul praktikum.
 - b. Melengkapi setiap bahan kimia yang ada di laboratorium dengan MSDS (*Material Safety Data Sheets*) dan menyediakan dokumen MSDS pada saat praktikum.
 - c. Meningkatkan pengawasan selama praktikum berlangsung.
 - d. Melakukan induksi K3 setiap akan melakukan praktikum di laboratorium.
 - e. Melakukan *risk assessment* pada kegiatan di laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- American Chemical Society. 2003. *Safety in Academic Chemistry Laboratories Volume 2: Accident Prevention for Faculty and Administrators 7th Edition*. Washington DC: A Publication of The ACS Joint Board. Tersedia di http://www.chem.uoa.gr/misc/SACL_faculty.pdf
- Australian/New Zealand Standard. 2004. *OHS Risk Management Handbook*. Australia: Standards Australia International Ltd.
- Colling, David A. 1990. *Industrial Safety: Management and Technology*. New York: Prentice Hall Inc.
- CSB. 2010. *Texas Tech University Laboratory Explosion Case Study*. Washington DC: U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board. Tersedia di http://www.csb.gov/assets/document/CSB_Study_TTU_.pdf [21 Maret 2012].
- CSB. 2011. *CSB Release Investigation into 2010 Texas Tech Laboratory Accident*. Washington DC: U.S Chemical Safety and Hazard Investigation Board. Tersedia di <http://www.csb.gov/newsroom/detail.aspx?nid=386> [21 Maret 2012].
- Education Bureau. 2007. *Report of the Survey on Laboratory Accidents in Secondary Schools in 2005/2006*. Tersedia di http://cd1.edb.hkedcity.net/cd/science/laboratory/EDBCM65_2007E.pdf [30 April 2012]
- Environmental Health & Safety. *NFPA 704 Hazard Rating System*. Tersedia di http://safety.nmsu.edu/programs/chem_safety/hazcom_NFPA_labels.htm [2 Juni 2012].
- Health Canada. 1998. *Assessment and Management of Cancer Risk from Radiological and Chemical Hazards*. Ottawa: Health Canada. Tersedia di <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/radiation/98ehd-dhm216/index-eng.php> [16 Maret 2012].
- Imamkhasani, Soemanto. 1990. *Keselamatan Kerja dalam Laboratorium Kimia*. Jakarta: PT Gramedia.

- International Standard. 2009. *ISO 31000: Risk Management-Principles and Guidelines*. Switzerland: ISO.
- Kemsley, Jyllian N. 2009. *Learning From UCLA*, Chemical & Engineering News, 3 Agustus, vol. 87, no. 31, pp. 29-31, 33-34. Tersedia di <http://pubs.acs.org/cen/science/87/8731sci1.html>
- Kolluru, Rao V., et al. 1996. *Risk Assessment and Management Handbook: for Environmental, Health , and Safety Professionals*. New York: Mc Graw Hill, Inc.
- Kurniawidjaja, L. Meily. 2010. *Teori dan Aplikasi Kesehatan Kerja*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press).
- National Academy of Sciences. 2011. *Prudent Practices in The Laboratory: Handling and Management of Chemical Hazards, Updated Version*. Washington DC: The National Academies Press. Tersedia di http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=12654 [16 Mei 2012].
- National Research Council. 1983. *Risk Assessment in The Federal Government: Managing The Process*. Washington DC: National Academy Press. Tersedia di <http://www.nap.edu/catalog/366.html> [26 Maret 2012].
- National Research Council. 2011. *Ringkasan Eksekutif Keselamatan dan Keamanan Laboratorium Kimia*. Washington DC: National Academy Press.
- National Research Council. 2010. *Keselamatan dan Keamanan Laboratorium Panduan Pengelolaan Bahan Kimia dengan Bijak*. Washington DC: National Academy Press.
- Nedved, Milos dan Soemanto Imamkhasani. 1991. *Dasar-dasar keselamatan Kerja Bidang Kimia dan Pengendalian Bahaya Besar*. ILO.
- OSHA. 2002. *OSHA 3071: Job Hazard Analysis*. US Department of Labor. Tersedia di <http://www.osha.gov/Publications/osha3071.pdf> [7 Juni 2012].
- OSHA. 2011. *OSHA Laboratory Safety Guidance*. US Department of Labor. Tersedia di <http://www.osha.gov/Publications/laboratory/OSHA3404laboratory-safety-guidance.pdf> [1 Maret 2012].

- Ramli, Soehatman. 2010. *Pedoman Praktis Manajemen Risiko dalam Perspektif K3 OHS Risk Management*. Jakarta: PT Dian Rakyat.
- Ramli, Soehatman. 2009. *Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja OHSAS 180001*. Jakarta: PT Dian Rakyat.
- Schulz, William G. 2005. *Fighting Lab Fires*, Chemical & Engineering News, 23 Mei, vol. 83, no. 21, pp. 34-35. Tersedia di http://www.ehs.ucsb.edu/units/labsfty/labrsc/incidents/otherpdf/Ohio_fire.pdf [20 Maret 2012].
- Sciencelab. 2012. *Material Safety Data Sheet*. Tersedia di <http://www.sciencelab.com/msds.php>.
- Step Change in Safety. 2003. *Task Risk Assessment Guide*. Tersedia di www.stepchangeinsafety.net [15 Mei 2012].
- Universitas Indonesia. 2010. *Sistem Informasi Laboratorium Universitas Indonesia: Teknik Metalurgi Kimia*. Tersedia di <http://www.laboratorium.ui.ac.id/labs.php?id=305> [2012].
- _____. 2011. *Incidents in Academia*. Tersedia di [http://sache.org/workshop/2005faculty/files/Incidents in Academia.ppt](http://sache.org/workshop/2005faculty/files/Incidents%20in%20Academia.ppt) [20 Maret 2012].
- _____. 2012. *Modul Praktikum Kimia Analitik Kuantitatif*. Laboratorium Metalurgi Kimia. Departemen Teknik Metalurgi dan Material Universitas Indonesia.
- _____. *NFPA Labeling Guide*. Tersedia di <http://ehs.who.edu/ehs/occsafety/NFPALabelingGuide.pdf> [2 Juni 2012].