



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**ANALISIS MANAJEMEN KESELAMATAN DI  
LABORATORIUM DASAR PROSES KIMIA FAKULTAS  
TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA TAHUN 2012**

**SKRIPSI**

**DEWI AFRIYANTI**

**0806335826**

**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
DEPARTEMEN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA  
DEPOK  
JUNI 2012**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**ANALISIS MANAJEMEN KESELAMATAN DI  
LABORATORIUM DASAR PROSES KIMIA FAKULTAS  
TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA TAHUN 2012**

**SKRIPSI**

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

**DEWI AFRIYANTI**

**0806335826**

**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
DEPARTEMEN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA  
DEPOK  
JUNI 2012**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Dewi Afriyanti

NPM : 0806335826

Tanda Tangan : 

Tanggal : 29 Juni 2012

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Dewi Afriyanti

NPM : 0806335826

Program : Sarjana Reguler Kesehatan Masyarakat

Tahun Akademik : 2008/2012

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

**ANALISIS MANAJEMEN KESELAMATAN DI LABORATORIUM  
DASAR PROSES KIMIA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS  
INDONESIA TAHUN 2012**

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

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 29 Juni 2012



(Dewi Afriyanti)

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Dewi Afriyanti

NPM : 0806335826

Program Studi : S1 Reguler Kesehatan Masyarakat

Judul Skripsi : Analisis Manajemen Keselamatan di Laboratorium Dasar  
Proses Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia Tahun  
2012

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

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dra. Fatma Lestari, M.Si, Ph.D.



Penguji Dalam: Dadan Erwandi S.Psi., M.Psi.



Penguji Luar : Prof. Dr. Ir. Anondho Wijanarko M.Eng.



Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 29 Juni 2012

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

### I. DATA PRIBADI

Nama : Dewi Afriyanti  
Jenis Kelamin : Perempuan  
Tempat/Tanggal Lahir : Jakarta/1 Mei 1990  
Kewarganegaraan : Indonesia  
Agama : Islam  
Email : afriyantidewi@yahoo.com

### II. PENDIDIKAN FORMAL

1. SD Pemuda Bangsa 1996-2002
2. SMP Negeri 3 Depok 2002-2005
3. SMA Negeri 1 Depok 2005-2008
4. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia 2008-2012

## KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH

Assalamualaikum wr.wb.

Alhamdulillahrabbi'lalamin, puji serta syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena atas berkah, rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dalam keadaan sehat wal'afiat

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis telah mendapat bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin berterima kasih kepada:

1. ALLAH SWT yang selalu memberikan rahmat, nikmat, serta berkah di sepanjang hidup saya, Subhanallah..
2. Mama, Bapak, Mba Nisa, Amir yang selalu memberikan dukungannya dalam bentuk apapun dalam penyelesaian studi saya di FKM UI, terima kasih banyak.
3. Ibu Dra. Fatma Lestari M.Si, Ph.D selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan saran, arahan, dan bimbingan bagi saya untuk menyelesaikan skripsi, terima kasih banyak.
4. Bapak Dadan Erwandi S.Psi., M.Psi. selaku dosen penguji dalam sidang skripsi ini, terima kasih atas saran dan masukan untuk perbaikan skripsi saya.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Anondho Wijanarko M.Eng. selaku dosen penguji luar sidang skripsi ini, terima kasih atas saran dan masukan untuk perbaikan skripsi saya.
6. Mas Eko selaku teknisi Laboratorium Dasar Proses Kimia FTUI yang telah membantu saya mendapatkan data penelitian.
7. Seluruh Dosen FKM UI yang telah memberikan ilmu dan pembelajaran bagi saya.
8. Dian, Gepe, Ridho, Dannial selaku teman-teman satu dosen bimbingan yang berjuang bersama untuk menyelesaikan skripsi, akhirnya kita lulus sama-sama yaa.
9. Cicit, Indah, Andin yang selalu setia menemani saya sejak awal perkuliahan dalam keadaan apapun, terima kasih banyak.

10. Ade Sri Rahayu yang ikhlas menemani saya mengambil data di laboratorium, terima kasih banyak buat semua bantuannya.
11. Rindhi, Annisyu, Annisa yang dari SMA setia menggila bersama saya dan juga sama-sama berjuang menyelesaikan skripsi, akhirnya dengan otak yang kita punya, kita lulus kuliah juga yaa.
12. Geng C3BKM dan Geng Ngaji Cantik (Fiky, Ucha, Ratih, Dije, Ayu, Rr, Cipa, Almas, dll) yang selalu menemani saya menggila di tempat bersejarah (BKM) diluar jam kuliah, terima kasih ya semua.
13. Suzi, Dela, Kiki, Nida, Agil, Ririn, Monic, Listy, Iwan, Fandi, Roiyan, Habib, Arif, Akbar, dll yang selalu jadi penghibur, penyemangat, temen ribut saya di kelas waktu jam kuliah dan di luar kuliah, terima kasih semua.
14. Seluruh teman-teman 2008 dan 2009 (khususnya Dayno, Ami, Dilla, Anyo, Zhikri) di K3 dan peminatan lain yang sudah memberi semangat ketika perkuliahan dan menyelesaikan skripsi, terima kasih sebesar-besarnya.
15. Semua pihak yang tidak dapat disebutkasn satu per satu, yang membantu saya menyelesaikan skripsi ini, terima kasih yang sebesar-besarnya.

Depok, 28 Juni 2012

Dewi Afriyanti

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

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

Nama : Dewi Afriyanti  
NPM : 0806335826  
Program Studi : Sarjana Reguler  
Departemen : Kesehatan dan Keselamatan 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 Manajemen Keselamatan Laboratorium Dasar Proses Kimia Fakultas  
Teknik Universitas Indonesia Tahun 2012"

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan 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 : 29 Juni 2012

Yang Menyatakan



(Dewi Afriyanti)

## ABSTRAK

Nama : Dewi Afriyanti

Program Studi : Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Judul : Analisis Manajemen Keselamatan Laboratorium Dasar Proses Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia Tahun 2012

Laboratorium kimia yang digunakan pada institusi akademis termasuk dalam area kerja yang memiliki hazard dan risiko yang tinggi. Kurangnya pengetahuan dan pengalaman para pelajar/mahasiswa dalam menangani bahan kimia dan peralatan praktikum yang digunakan dapat mempertinggi tingkat risiko akan yang terjadi di tempat tersebut. Oleh karena itu, diperlukan manajemen keselamatan yang efektif untuk mengendalikan risiko tersebut. Tujuan dari penelitian ini ialah mengevaluasi manajemen keselamatan yang dilakukan di Laboratorium DPK FTUI. Setiap program keselamatan yang ada akan dibandingkan dengan standar OSHA dan publikasi ACS. *Task Risk Assessment* (TRA) dari praktikum dan pengendalian risiko yang ada juga dibuat lalu dianalisis hasilnya. Hasil penelitian menunjukkan manajemen keselamatan yang dilakukan sudah baik dengan adanya pengurangan tingkat risiko sebesar 50% dari risiko awal. Manajemen keselamatan yang dilakukan di laboratorium ini lebih dominan bersifat reaktif.

Kata kunci:

Keselamatan, laboratorium, kimia

## ABSTRACT

Name : Dewi Afriyanti  
Study Programme : Occupational Health and Safety  
Title : Analisis Manajemen Laboratorium Dasar Proses Kimia  
Fakultas Teknik Universitas Indonesia Tahun 2012

Chemical laboratories that used in academic institutions area included in the work areas that have high hazard and risk. Lack of students' knowledge and experience of the handling of chemicals and lab equipment used to enhance the level of risk that may occur. Therefore, an effective safety management is needed to control the risks. The purpose of this study is to evaluate the safety management conducted in the laboratory of DPK UI. Any existing safety program will be compared with the OSHA standards and the publication of the ACS. Task Risk Assessment (TRA) of the lab and control risks are also compiled and analyzed. The results showed that safety management is carried out either by a reduction in the risk level of 50% of the initial risk. Safety management in the laboratory is more dominant reactive.

Keywords:

Safety, laboratory, chemical

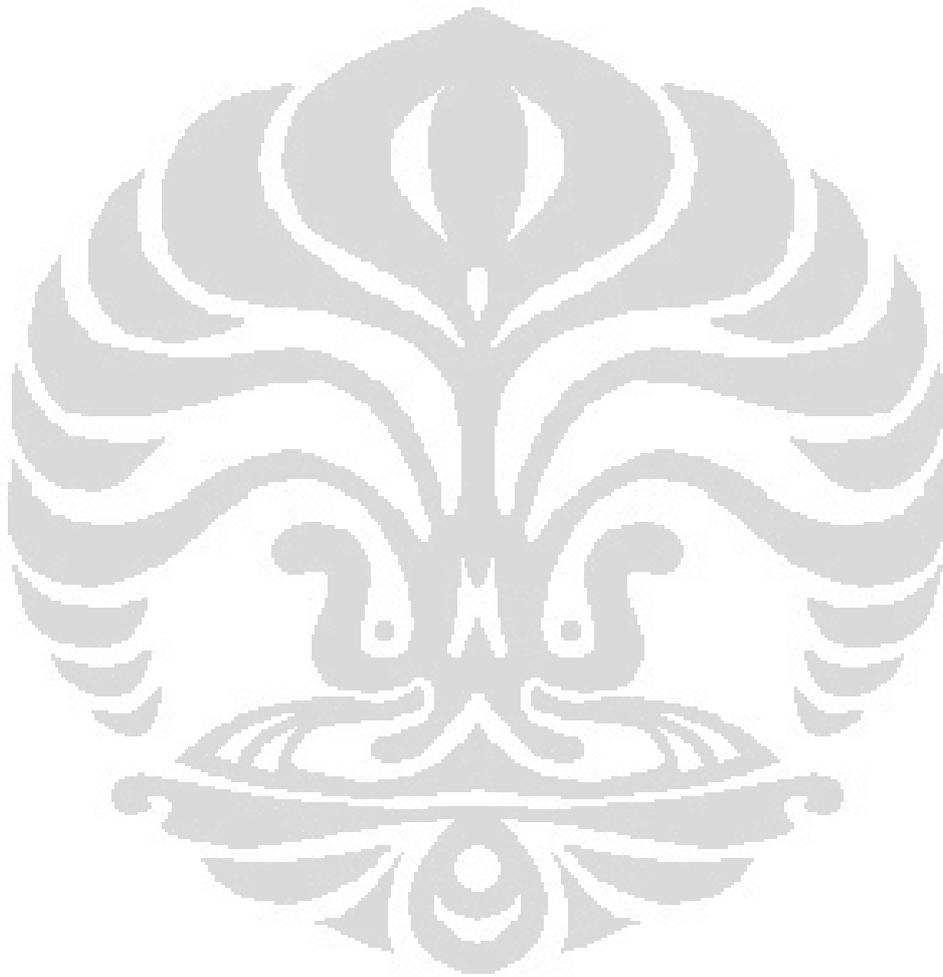
## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....</b>	<b>ii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Pertanyaan Penelitian.....	5
1.4 Tujuan Penelitian .....	5
1.4.1 Tujuan Umum .....	5
1.4.2 Tujuan Khusus .....	6
1.5 Manfaat Penelitian .....	6
1.5.1 Bagi Instansi dan Pihak Terkait .....	6
1.5.2 Bagi Peneliti.....	7
1.6 Ruang Lingkup .....	7
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>8</b>
2.1 Laboratorium .....	8
2.1.1 Definisi Laboratorium.....	8
2.1.2 Jenis-jenis Bahaya dan Risiko di Laboratorium .....	8
2.2 Keselamatan Laboratorium.....	13
2.2.1 Pemimpin Keselamatan .....	14
2.2.2 Dokumen Keselamatan .....	14
2.2.3 Manajemen Bahan Kimia .....	15
2.2.4 Manajemen Fasilitas .....	18
2.2.5 <i>Safety Activities</i> .....	19
2.3 Metode Peningkatan Keselamatan Laboratorium.....	25
2.3.1 Pendekatan Proaktif .....	26
2.3.2 Pendekatan Reaktif .....	29
2.3.3 Pendekatan Interaktif .....	30
<b>BAB 3 KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP DAN DEFINISI OPERASIONAL .....</b>	<b>31</b>
3.1 Kerangka Teori .....	31
3.2 Kerangka Konsep.....	32

3.3	Definisi Operasional .....	34
<b>BAB 4 METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>36</b>
4.1	Desain Penelitian .....	36
4.2	Lokasi dan Waktu Penelitian .....	36
4.4	Unit Analisis dan Objek Penelitian.....	36
4.4	Teknik Pengumpulan Data .....	36
4.4.1	Sumber Data Primer.....	37
4.4.2	Sumber Data Sekunder .....	37
4.5	Teknik Pengolahan dan Analisis Data.....	37
<b>BAB 5 GAMBARAN UNIT ANALISIS.....</b>		<b>38</b>
5.1	Profil Umum Laboratorium Dasar Proses Kimia .....	38
5.2	Peralatan di Laboratorium .....	39
5.3	Kegiatan di Laboratorium.....	41
5.4	Dokumen Laboratorium.....	41
<b>BAB 6 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>43</b>
6.1	Keterbatasan Penelitian .....	43
6.2	Pendekatan Proaktif .....	43
6.2.1	<i>Safety Audit</i> .....	43
6.2.2	Penilaian Risiko .....	64
6.3	Pendekatan Reaktif .....	87
6.3.1	Pelaporan <i>Accident</i> dan <i>Near-Miss</i> .....	87
6.3.2	Inspeksi .....	89
6.4	Pendekatan Interaktif.....	90
<b>BAB 7 PENUTUP.....</b>		<b>93</b>
8.1	Kesimpulan .....	93
8.2	Saran .....	94
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>97</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.....	2
Tabel 2.1.....	8
Tabel 2.2.....	28
Tabel 3.1.....	34
Tabel 5.1.....	39
Tabel 6.1.....	69

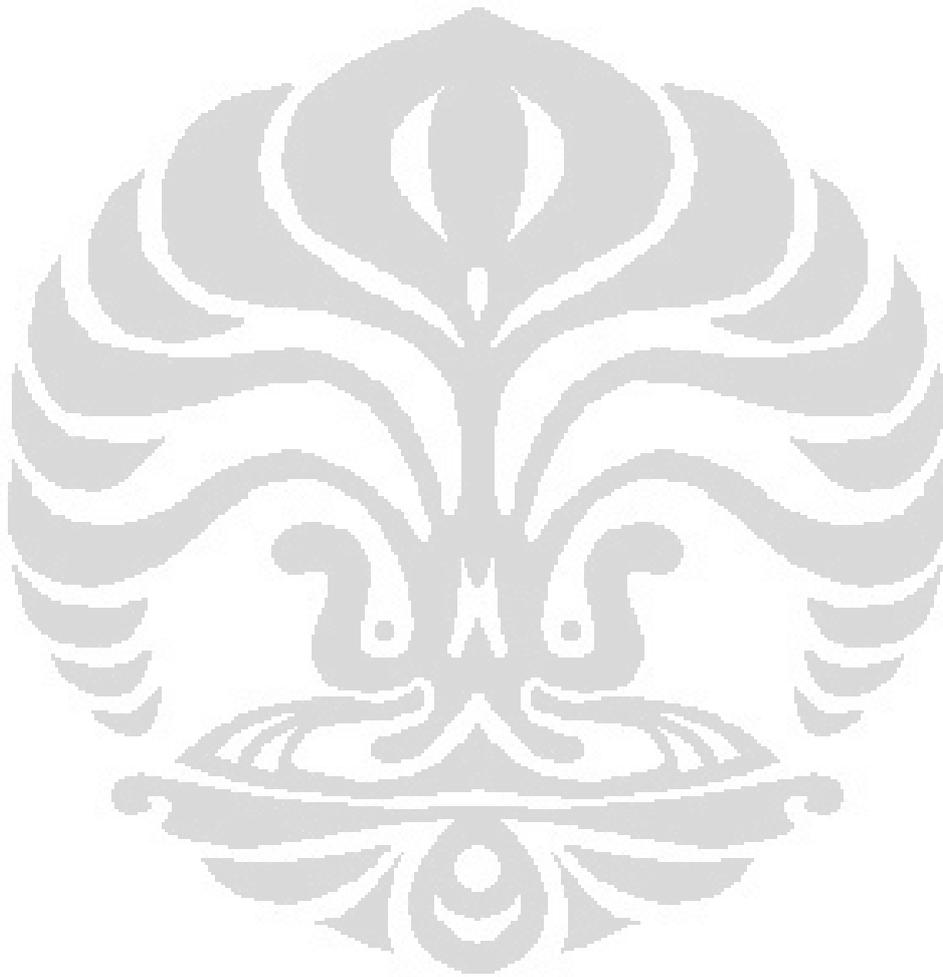


## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 .....	21
Gambar 2.2 .....	21
Gambar 2.3 .....	21
Gambar 2.4 .....	23
Gambar 2.5 .....	24
Gambar 2.6 .....	24
Gambar 3.1 .....	31
Gambar 3.2 .....	32
Gambar 6.1 .....	48
Gambar 6.2 .....	49
Gambar 6.3 .....	49
Gambar 6.4 .....	50
Gambar 6.5 .....	50
Gambar 6.6 .....	51
Gambar 6.7 .....	52
Gambar 6.8 .....	52
Gambar 6.9 .....	53
Gambar 6.10 .....	54
Gambar 6.11 .....	55
Gambar 6.12 .....	57
Gambar 6.13 .....	58

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Formulir *Checklist Safety Audit*



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Laboratorium memberikan peranan penting dalam kemajuan ilmu pengetahuan. Laboratorium selalu digunakan pada institusi akademis untuk para pelajar dan ilmuwan. Para ilmuwan mengembangkan ilmu yang ada dan menghasilkan penemuan baru dengan melakukan praktikum di laboratorium. Praktikum laboratorium yang umum dilakukan biasanya menggunakan berbagai macam bahan kimia beserta peralatan khusus lainnya.

Bahan kimia dapat membahayakan dan menimbulkan kerugian apabila tidak ditangani dengan benar (ACS, 2003). Bahan-bahan kimia tersebut dapat bersifat toksik, mudah menyala atau terbakar, korosif, atau reaktif. Peralatan yang digunakan saat praktikum dalam laboratorium juga dapat menimbulkan berbagai macam risiko. Suatu kecelakaan tentu saja dapat terjadi bila didasarkan pada penggunaan bahan kimia dan peralatan berbahaya tersebut.

Data OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*) melaporkan bahwa hampir sepuluh ribu kasus kecelakaan (*accident*) di laboratorium *research* selama tahun 2005 yang melukai dua dari seratus ilmuwan (Coghlan, 2008). Data lain menyatakan bahwa rata-rata tingkat kejadian kecelakaan (*accident*) di laboratorium akademis sepuluh hingga lima puluh kali lebih tinggi dibandingkan dengan yang terjadi di laboratorium industri (Furr dalam Leggett, 2012). Fakta ini sesuai dengan pernyataan Michael J. Halligan dalam artikel yang ditulis oleh William G. Schulz tahun 2005 yang mengatakan bahwa kemungkinan laboratorium akademis lebih banyak mengalami kecelakaan (*accident*) daripada laboratorium industri, akan tetapi dalam skala yang lebih kecil. Hal ini dapat terjadi karena pada laboratorium akademis jumlah penggunaan bahan kimianya lebih sedikit daripada di laboratorium industri. Alasan tersebut yang menyebabkan keselamatan laboratorium akademis tidak terlalu diperhatikan karena kuantitas material yang digunakan tidak secara signifikan menyebabkan suatu kerugian. Artikel tersebut juga mencantumkan pernyataan Kaufman, yaitu 95% dari

mahasiswa S1 yang mengikuti *polling* penelitiannya tidak mau melaporkan hazard keselamatan (*safety hazard*) di laboratorium karena takut mendapat tindakan lebih lanjut dari pihak staff atau fakultas.

Data yang dimuat oleh tim *Education Bureau* pada tahun ajaran 2005/2006 menyatakan bahwa dari 464 sekolah responden di Bureau, terjadi *accident* pada 168 sekolah menengah. Korban dari kejadian tersebut ialah siswa sebanyak 91,7%, guru sebanyak 0,5% , dan teknisian lab sebanyak 1,8% Tabel di bawah ini berisi data jenis kecelakaan yang didapatkan dari survey tersebut.

Tabel 1.1 Data Jenis Kecelakaan Survey Tim *Education Bureau* Tahun 2005/2006

Jenis Kecelakaan	Jumlah Kasus	Persentase
Terpotong/tergores	218	39,4%
Terbakar	178	32,1%
Kulit terkena bahan kimia	45	8,1%
Kecelakaan pada mata	40	7,2%
Tumpahan bahan kimia	21	3,8%
Kebakaran akibat suatu substansi	14	2,5%
Masalah akibat menghirup gas bahan kimia	6	1,1%
Tergigit hewan percobaan	0	0%
Lain-lain	32	5,8%

Sumber: (*Education Bureau*, 2007)

Survey mengenai kejadian kecelakaan di laboratorium dilakukan pula di tempat yang berbeda. Data yang dicatat di Texas menyatakan jumlah kasus kecelakaan di laboratorium sekolah yang dilaporkan mencapai angka 460 kasus tingkat minor selama tahun 2000 hingga 2001. (Fuller et al. 2001)

Kejadian kecelakaan laboratorium juga terjadi di tingkat universitas. *Chemical Safety and Hazard Identification Board* (CSB) diinformasikan telah mengidentifikasi 94 insiden laboratorium (Langerman, 2009). Kasus-kasus kecelakaan di laboratorium universitas lainnya terlampir dalam jurnal yang berjudul “*At-risk Behaviour Analysis and Improvement Study in an Academic Laboratory*” yang ditulis oleh Azmi M. Shariff dan Norafneeza Norazahar pada

tahun 2011. Kasus kecelakaan tersebut salah satunya ialah kasus kecelakaan laboratorium yang terjadi di *University of California, Long Angeles* (UCLA) pada 29 Desember 2008. Seorang asisten ilmuwan meninggal akibat luka bakar tingkat tiga karena terjadi kecelakaan kebakaran saat bekerja dengan bahan kimia *pyrophoric* (Benderly, 2009). Masih di universitas yang sama, kasus lain juga terjadi pada November 2007. Seorang mahasiswa mengalami luka bakar tingkat dua di tangan dan dadanya akibat terbakar karena cairan etanol terpercik ke bajunya lalu tersulut oleh *Bunsen burner* (Christensen, 2010).

Kasus kecelakaan laboratorium lain terjadi pada tanggal 8 April 2005 di *Ohio State University*. Hari itu terjadi ledakan dan kebakaran di gedung *Newman-Wolfrom Laboratory*. Kejadian ini disebabkan oleh penanganan bahan kimia yang tidak baik oleh para mahasiswa. Akibat kejadian ini, terjadi kerusakan yang cukup berat pada fasilitas laboratorium. (Schulz & Washington, 2005)

Publikasi dari *U.S Chemical Safety and Hazard Investigation Board* (CSB) tahun 2010 melaporkan telah terjadi kecelakaan laboratorium di *Texas Teach University* pada tanggal 7 Januari 2010. Laporan tersebut menyatakan bahwa kecelakaan laboratorium tersebut mengakibatkan seorang mahasiswa kehilangan tiga jari tangan, terbakar di area tangan dan wajah, serta luka di mata akibat meledaknya bahan kimia yang sedang ia gunakan saat bekerja di laboratorium.

Kecelakaan laboratorium lainnya terjadi di *Sterling Chemical Laboratory Yale University*. Seorang mahasiswi jurusan fisika dan astronomi dari Massachusetts meninggal dunia akibat kecelakaan saat bekerja dengan mesin bubut kayu pada tanggal 13 April 2011. (Henderson, 2011)

Berita yang dipublikasikan oleh *Brian-College Station* pada bulan Mei 2010 melaporkan bahwa terjadi kecelakaan laboratorium di gedung *Chemistry Annex, Texas A&M*. Data dalam berita itu menyebutkan bahwa dua mahasiswa perguruan tinggi tersebut mengalami luka akibat pecahnya gelas praktikum akibat tekanan yang terlalu tinggi saat melakukan percobaan di laboratorium.

Kasus-kasus yang telah dipaparkan sebelumnya dapat membantu kita untuk menyadari bahwa pelaksanaan program Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di laboratorium harus dilaksanakan dengan baik dan benar. Pelaksanaan program K3 di laboratorium yang biasa dikenal dengan *Laboratory Safety* (Keselamatan

Laboratorium) harus diperhatikan dan diketahui oleh seluruh pengguna dan pengurus laboratorium. Wawasan dan pengetahuan yang cukup mengenai Keselamatan Laboratorium sangat diperlukan bagi pengguna dan pengurus laboratorium. Analisis mengenai keselamatan laboratorium baik dalam hal risikonya, cara pencegahan risikonya, maupun program keselamatan laboratorium itu sendiri juga sangat diperlukan untuk memenuhi pelaksanaan keselamatan laboratorium yang baik dan benar.

Universitas Indonesia (UI) sebagai salah satu universitas yang memiliki visi misi untuk menjadi *world class university* tentunya harus melaksanakan pemenuhan aspek Keselamatan dan Kesehatan Kerja dan Lingkungan (K3L) yang salah satunya ialah keselamatan laboratorium. Data yang dicatat pihak K3L UI tahun 2009 melaporkan bahwa kecelakaan yang pernah terjadi di UI terdiri dari kecelakaan transportasi, kebakaran gedung, dan kecelakaan di laboratorium. (Lestari, et al. 2009)

Universitas Indonesia memiliki 194 laboratorium pendidikan dan riset. Laboratorium yang menggunakan bahan kimia untuk melaksanakan praktikumnya ialah sebanyak 97 lab. Data K3L UI melaporkan bahwa kecelakaan yang pernah terjadi di laboratorium UI antara lain terluka terkena botol centrifuge, luka terkena alat-alat kerja (palu, gelas, bor), luka terkena cipratan bahan kimia, luka terkena tumpahan bahan kimia, ledakan, dan kebakaran. (Lestari, et al. 2009)

Kesimpulan dari pemaparan beberapa fakta dan kasus kecelakaan yang disebutkan di atas ialah diperlukan adanya analisis manajemen keselamatan di laboratorium UI yang menggunakan bahan kimia dan peralatan yang berbahaya. Salah satu dari laboratorium tersebut ialah Laboratorium Dasar Proses Kimia (DPK) Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

## 1.2 Rumusan Masalah

Penggunaan bahan kimia dan peralatan praktikum di laboratorium tentu saja dapat menimbulkan bahaya bila tidak dikelola dengan baik dan benar sesuai standar yang ada. Data kasus kecelakaan yang dicatat oleh pihak K3L UI menunjukkan bahwa kecelakaan di laboratorium yang terjadi hingga tahun 2009 didominasi oleh kecelakaan yang melibatkan penggunaan bahan kimia dan alat

berbahaya dalam proses praktikum. Fakta tersebut dapat mengindikasikan bahwa masih ada program yang belum dilakukan secara optimal dalam pelaksanaan keselamatan laboratorium di UI, khususnya bagi laboratorium yang menggunakan bahan kimia dalam praktikumnya.

Laboratorium Dasar Proses Kimia merupakan salah satu laboratorium yang menggunakan bahan kimia dan peralatan praktikum yang dapat menimbulkan risiko masalah kesehatan dan terjadinya ledakan atau kebakaran. Hal ini yang menjadi alasan penulis melakukan penelitian mengenai analisis manajemen keselamatan di Laboratorium Dasar Proses Kimia Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia tahun 2012.

### 1.3 Pertanyaan Penelitian

Pertanyaan penelitian yang diajukan oleh penulis ialah sebagai berikut :

1. Bagaimana pelaksanaan dan hasil *safety audit* di Laboratorium Dasar Proses Kimia Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia tahun 2012?
2. Bagaimana pelaksanaan dan hasil *risk assessment* di Laboratorium Dasar Proses Kimia Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia tahun 2012?
3. Bagaimana pelaporan *accident* dan *near-miss* yang dilakukan di Laboratorium Dasar Proses Kimia Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia tahun 2012?
4. Bagaimana inspeksi yang dilakukan di Laboratorium Dasar Proses Kimia Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia tahun 2012?
5. Bagaimana manajemen krisis yang dilakukan di Laboratorium Dasar Proses Kimia Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia tahun 2012?

## 1.4 Tujuan

### 1.4.1 Tujuan Umum

Tujuan umum dari penelitian ini ialah untuk menganalisis manajemen keselamatan di Laboratorium Dasar Proses Kimia Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia tahun 2012.

### 1.4.2 Tujuan Khusus

Tujuan khusus dari penelitian ini ialah :

1. Mengetahui pelaksanaan dan hasil *safety audit* di Laboratorium Dasar Proses Kimia Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia tahun 2012?
2. Mengetahui pelaksanaan dan hasil *risk assessment* di Laboratorium Dasar Proses Kimia Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia tahun 2012?
3. Mengetahui pelaporan *accident* dan *near-miss* yang dilakukan di Laboratorium Dasar Proses Kimia Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia tahun 2012?
4. Mengetahui inspeksi yang dilakukan di Laboratorium Dasar Proses Kimia Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia tahun 2012?
5. Mengetahui manajemen krisis yang dilakukan di Laboratorium Dasar Proses Kimia Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia tahun 2012?

## 1.5 Manfaat Penelitian

### 1.5.1 Bagi Instansi dan Pihak Terkait

1. Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan acuan bagi pihak terkait untuk mengambil atau membuat kebijakan terkait dengan kesehatan dan keselamatan kerja di laboratorium.
2. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat membantu meningkatkan pengetahuan dan kesadaran pengelola dan pengguna laboratorium tentang pentingnya kesehatan dan keselamatan selama bekerja di laboratorium.

### 1.5.2 Bagi Peneliti

1. Bermanfaat sebagai sarana bagi peneliti untuk mengembangkan dan mengimplementasikan ilmu yang didapat dari perkuliahan.
2. Bermanfaat sebagai sarana untuk menambah pengetahuan dan wawasan peneliti mengenai keselamatan bahan kimia.

### 1.6 Ruang Lingkup

Penelitian mengenai analisis manajemen keselamatan laboratorium ini akan dilakukan di Laboratorium Dasar Proses Kimia Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia kampus Depok. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April tahun 2012. Alasan dilakukannya penelitian ini ialah untuk mengetahui gambaran pelaksanaan program keselamatan laboratorium tersebut. Pelaksanaan penelitian ini dilakukan melalui observasi langsung, wawancara, penggunaan formulir *checklist*, serta penelusuran dokumen-dokumen terkait yang ada di Laboratorium Dasar Proses Kimia Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Laboratorium

##### 2.1.1 Definisi Laboratorium

Laboratorium menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia memiliki arti suatu tempat atau kamar tertentu yang dilengkapi dengan peralatan untuk mengadakan percobaan, penyelidikan, dan sebagainya. Definisi lainnya berasal dari publikasi OSHA tahun 2011 yang menyatakan bahwa laboratorium merupakan suatu fasilitas atau tempat kerja yang menggunakan bahan kimia berbahaya dalam jumlah yang sedikit dan berbasis non-produksi.

##### 2.1.2 Jenis-jenis Bahaya dan Risiko di Laboratorium

Berbagai macam proses praktikum dilakukan di dalam laboratorium. Banyak bahaya dan risiko yang dapat ditimbulkan dari kegiatan praktikum tersebut. Panduan Kesehatan dan Keamanan Laboratorium Kimia dari *National Research Council of The National Academis* menyatakan bahwa jenis-jenis bahaya dan risiko yang dapat timbul di laboratorium antara lain:

#### 1. Bahaya Kimia

Bahaya yang paling dikenal yang terdapat di laboratorium ialah bahaya kimia. Bahan kimia yang digunakan di laboratorium dapat menyebabkan beberapa gangguan kesehatan dan mengancam keselamatan penggunaannya. Bahan kimia dapat diklasifikasikan berdasarkan sifatnya.

Tabel 2.1 Sifat Bahan Kimia dan Efeknya

Sifat Bahan Kimia	Contoh Bahan Kimia	Efek
Racun akut	Hidrogen sianida,	Menyebabkan dampak berbahaya pada paparan pertama

	nitrogen dioksida	
Iritan	Silil halida dan hidrogen selenida	Menyebabkan efek radang sementara
Zat korosif	Klorin, asam nitrat	Menghancurkan jaringan hidup dengan aksi bahan kimia di lokasi kontak
Alergen dan pemeka	Diazometana	Menghasilkan reaksi merugikan oleh sistem kekebalan; mempengaruhi orang secara berbeda tergantung kepekaan mereka
Asfiksian	Karbon dioksida, metana	Mengganggu pengiriman pasokan oksigen yang memadai ke organ tubuh yang vital
Neurotoksin	Merkuri, karbon disulfida	Mengakibatkan efek merugikan pada struktur atau fungsi sistem syarat pusat atau perifer; bisa permanen atau sementara
Toksin reproduktif	Arsenik	Menyebabkan kerusakan kromosom atau efek teratogenik di fetus dan menyebabkan efek merugikan pada berbagai aspek reproduksi, termasuk kesuburan, kehamilan, produksi ASI, dan kinerja reproduksi umum lainnya
Toksin Pengembangan	Pelarut organik (toluena)	Beraksi selama kehamilan dan menyebabkan efek merugikan pada fetus
Bahan beracun	Hidrokarbon berklor	Mempengaruhi organ selain sistem neurologis dan Reproduksi
Karsinogen	Benzena, klorometil metil eter	Menyebabkan kanker setelah terpapar berulang kali atau dalam durasi lama; efek mungkin terlihat nyata setelah masa inkubasi yang lama

Sumber: (*National Research Council of The National Academis, 2010*)

### **a. Bahan Kimia Mudah Terbakar, Eksplosif, dan Reaktif**

Bahan kimia mudah terbakar adalah bahan kimia yang siap memantik api dan terbakar di udara, dan bentuknya bisa padat, cair, atau uap. Diperlukan pengetahuan tentang kecenderungan bahan ini untuk menguap, memantik api, atau terbakar dalam berbagai kondisi di laboratorium untuk menggunakan bahan mudah terbakar dengan benar. Cara terbaik untuk menangani bahaya ini adalah mencegah munculnya uap mudah terbakar dan sumber pemantik api pada saat bersamaan.

Bahan kimia reaktif adalah bahan yang bereaksi liar jika dikombinasikan dengan bahan lain. Bahan ini meliputi zat yang reaktif terhadap air, seperti logam alkali; bahan piroforik, seperti logam terbagi dengan baik; dan bahan kimia yang tidak kompatibel, seperti cairan murni dan asam hidrosianik gas dan basa.

Bahan kimia eksplosif meliputi berbagai bahan yang bisa meledak dalam kondisi tertentu. Di antaranya meliputi bahan peledak, senyawa azo organik dan peroksida, bahan oksidasi, dan bubuk dan zat khusus. Risiko ledakan lain berasal dari kegiatan laboratorium, tidak hanya dari bahan kimia itu sendiri. Bahan peledak yang sangat panas, mempercepat reaksi, menjalankan reaksi baru dan eksotermal, dan menjalankan reaksi yang memerlukan periode induksi juga dapat menyebabkan ledakan.

### **b. Bahan Kimia Toksik**

Toksisitas akut adalah kemampuan bahan kimia untuk menyebabkan efek berbahaya setelah pemaparan satu kali. Bahan toksik akut dapat menyebabkan efek racun lokal, efek racun sistemik, atau keduanya. Bahan kimia toksik ini meliputi bahan kimia korosif, iritan, dan alergen (pemeka). Pertimbangan berkaitan dengan penggunaan bahan kimia toksik yang harus diperhatikan saat merencanakan eksperimen antara lain:

- jumlah total zat yang akan digunakan
- sifat fisik zat
- jalur pemaparan potensialnya
- keadaan penggunaannya dalam eksperimen yang diajukan

### **c. Bahan Kimia Iritan**

Bahan kimia iritan adalah bahan kimia non-korosif yang memiliki efek peradangan (pembengkakan dan kemerahan) yang dapat dibalik pada jaringan hidup karena tindakan kimia di tempat yang mengalami kontak. Perhatian khusus perlu diberikan pada MSDS dan sumber informasi lainnya tentang bahan kimia iritan. Berbagai bahan kimia organik dan anorganik yang bersifat iritan antara lain: silil halida dan hydrogen selenida. Langkah-langkah *safety* perlu dilakukan untuk meminimalkan kontak kulit dan mata dengan semua bahan kimia reagen di dalam laboratorium.

### **d. Bahan Kimia Korosif**

Zat korosif adalah zat padat, cair, atau gas yang menghancurkan jaringan hidup dengan tindakan kimia di tempat yang mengalami kontak. Efek korosif tidak hanya terjadi di kulit dan mata, tetapi juga di saluran pernapasan dan, bila termakan, di dalam saluran cerna. Saat merencanakan eksperimen yang melibatkan zat korosif, kaji praktik penanganan dasar untuk memastikan bahwa kulit, wajah, dan mata cukup terlindung. Pilih sarung tangan tahan-korosi serta pakaian dan penutup mata pelindung yang tepat, termasuk, dalam beberapa kasus, pelindung wajah.

### **e. Bahan Kimia yang Menyebabkan Bahaya Kesehatan Kronis**

Bahan kimia ada pula yang dapat menyebabkan bahaya kesehatan kronis. Organ yang biasanya terpengaruh oleh bahan kimia ini ialah organ sistem reproduksi dan saraf. Sebagian besar hidrokarbon berklor, benzena, hidrokarbon aromatik lainnya, beberapa logam, karbon monoksida, dan sianida, di antara zat lainnya, menghasilkan satu atau lebih efek pada organ target. Banyak sumber menyebutkan efek racun akibat bahan kimia ini dapat merusak organ seperti hati, ginjal, paru-paru, atau darah.

### **f. Bahan Kimia Pengoksidasi**

Bahan pengoksidasi dapat bereaksi kuat jika mengalami kontak dengan bahan pereduksi dan terkadang dengan bahan yang memiliki sifat mudah terbakar.

Bahan pengoksidasi semacam itu meliputi halogen, oksihalogen dan peroksihalogen organik, kromat, dan persulfat, juga peroksida. Peroksida anorganik biasanya stabil. Tetapi, zat tersebut dapat menghasilkan peroksida organik dan hidroperoksida yang mengalami kontak dengan senyawa organik, bereaksi kuat dengan air (peroksida logam alkali), dan membentuk superoksida dan ozonida (peroksida logam alkali). Asam perklorat adalah bahan pengoksidasi yang kuat bersama senyawa organik dan bahan pereduksi lainnya. Garam perklorat bersifat eksplosif dan harus ditangani sebagai senyawa yang berpotensi bahaya. Selama beberapa tahun, campuran asam sulfat-dikromat digunakan untuk membersihkan pecah belah. Larutan asam sulfat-peroksidisulfat sekarang disarankan karena pembuangan kromat sangat sulit.

## **2. Bahaya Biologi**

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.

## **3. Bahaya Fisik**

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

- reaksi tekanan tinggi
- bahaya frekuensi radio dan gelombang mikro; dan
- bahaya listrik
- luka terpotong
- tergelincir, tersandung, terjatuh
- cedera gerakan berulang.

#### 4. Limbah Berbahaya

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 diklasifikasi 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.

#### 2.2 Keselamatan Laboratorium

Pekerjaan yang dilakukan di dalam laboratorium berpotensi untuk menimbulkan hazard dan risiko yang dapat membahayakan kesehatan dan keselamatan manusia. Jika suatu kecelakaan terjadi di laboratorium maka tidak menutup kemungkinan akan menimbulkan kerugian secara material. Suatu program Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) yang khusus perlu diberlakukan di laboratorium untuk menanggulangi keadaan tersebut. Program K3 yang khusus diberlakukan di laboratorium biasa disebut dengan *laboratory safety* (keselamatan laboratorium). Program ini biasa dijalankan baik di laboratorium industri maupun di laboratorium akademis. Pelaksanaan program di kedua institusi tersebut memiliki sedikit perbedaan, namun tujuan dan inti dari program ini tetap sama.

Program keselamatan laboratorium dalam aturan akademis didesain untuk melindungi karyawan dan mahasiswa dari pajanan material berbahaya dan pekerjaan yang tidak aman. Indikator tingkat komitmen dari institusi akademis untuk menjamin kesehatan dan keselamatan para karyawan dan mahasiswanya saat melakukan praktikum di laboratorium dapat dilihat dari lima hal. Kelima hal tersebut ialah pemimpin keselamatan (*safety leaders*), dokumen keselamatan (*safety documents*), manajemen bahan kimia (*chemical management*), manajemen fasilitas (*facilities management*), dan aktivitas keselamatan (*safety activities*). (Foster, 2004)

### 2.2.1 Pemimpin Keselamatan

Keselamatan Laboratorium tidak akan pernah tercapai jika tidak mendapat dukungan administrasi dan dedikasi dari para pemimpin, yang dalam hal ini ialah pemimpin dalam institusi akademis. Diperlukan pula kerjasama dari seluruh pihak pengelola dan pengguna laboratorium. Beberapa pihak yang termasuk dalam pemimpin keselamatan (*safety leaders*), yaitu:

1. Ketua Departemen
2. *Chemical Hygiene Officer/Safety Director*
3. Supervisor Laboratorium
4. *Safety Committee* Departemen

### 2.2.2 Dokumen Keselamatan

1. *Chemical Hygiene Plan (CHP)*

Definisi dari OSHA 29CFR 1910.1450 menyatakan, *Chemical Hygiene Plan (CHP)* merupakan program tertulis yang menetapkan prosedur, peralatan, APD, dan praktek kerja yang sesuai untuk melindungi pekerja dari hazard kesehatan yang ditimbulkan oleh bahan kimia berbahaya yang digunakan di area kerja. CHP harus didesain sedemikian rupa agar tepat sesuai dengan kebutuhan dari departemen untuk melindungi mahasiswa dan pekerja akademik lain serta laboratorium dari pajanan material berbahaya dan praktek kerja tidak aman. CHP merupakan dasar dari program keselamatan laboratorium yang harus ditinjau ulang secara berkala setiap tahun dan direvisi jika memang diperlukan. Dokumen CHP juga harus melingkupi para tugas dari para penanggungjawab program *chemical hygiene*, seperti kepala institusi (rektor), departemen K3L, dekan, ketua departemen, *Chemical Hygiene Officer (CHO)*, supervisor laboratorium, pekerja laboratorium, dan *safety committee*.

2. Peraturan dan Kebijakan Keselamatan

Pihak departemen harus membuat peraturan dan kebijakan keselamatan bagi seluruh mahasiswa dan pekerja di laboratorium. Peraturan dan kebijakan ini harus didistribusikan kepada para mahasiswa dan pekerja laboratorium dan wajib untuk selalu dipatuhi ketika sedang berada atau bekerja di area laboratorium. Penandatanganan perjanjian persetujuan bagi seluruh mahasiswa dan pekerja di

laboratorium untuk tidak melanggar segala peraturan yang berlaku sebaiknya juga dilakukan.

### 3. *Emergency Action Plan*

Rencana kegiatan yang harus dilakukan ketika terjadi keadaan darurat harus tercantum dalam dokumen CHP. Rencana ini mencakup informasi mengenai kebijakan institusi untuk alarm kebakaran, kontak darurat, kegiatan apa saja yang harus dilakukan dan tempat mana saja yang harus dituju saat terjadi keadaan darurat, serta tempat yang dituju untuk melaporkan keadaan darurat tersebut. Isi dari dokumen ini harus diketahui dan dipahami oleh seluruh pengguna dan pekerja di laboratorium.

### 2.2.3 Manajemen Bahan Kimia

Manajemen bahan kimia merupakan salah satu aspek kritis dari program keselamatan laboratorium. Kegiatan ini juga harus tercantum di dalam dokumen CHP. Hal-hal yang berkaitan dengan pelaksanaan program manajemen bahan kimia antara lain:

#### 1. *Chemical Procurement*

Persiapan pemesanan bahan kimia dilakukan dengan beberapa pertimbangan seperti: urgensi perlunya bahan kimia, penanganan khusus dalam mengelola bahan kimia, APD yang diperlukan untuk menangani bahan kimia, dan lain sebagainya. *Chemical Hygiene Officer* (CHO) dalam beberapa institusi melakukan peninjauan ulang dan berwenang untuk kegiatan pemesanan, pembayaran, dan penerimaan bahan kimia baru. CHO bekerjasama dengan personil laboratorium yang telah terlatih untuk mengorganisasikan cara penanganannya dalam pengiriman dan penerimaan bahan kimia baru.

#### 2. Penyimpanan Bahan Kimia

Ruangan khusus yang digunakan sebagai tempat penyimpanan bahan kimia harus didesain sesuai dengan standar yang berlaku. Label dan tanda peringatan harus tertera pada tempat yang diperlukan untuk memberi informasi spesifik mengenai bahan kimia yang disimpan. Bahan kimia disimpan di ruangan yang terpisah sesuai dengan kategori hazard dan kompatibilitas bahan kimia untuk mencegah terjadinya kebakaran dan ledakan akibat bercampurnya beberapa bahan

kimia tersebut. Informasi mengenai kategori hazard dan kesesuaian bahan kimia yang ada dapat ditemukan di dalam MSDS.

Bahan kimia disimpan dalam botol-botol khusus di dalam ruang penyimpanan. Setiap botol harus diberi label yang berisi informasi mengenai bahan kimia yang ada di dalamnya. Informasi tersebut harus mencakup data antara lain:

- Nama bahan kimia tersebut
- Peringatan mengenai hazard yang terkandung dalam bahan kimia tersebut
- Nama pabrik yang membuat bahan kimia tersebut
- Nama orang yang bertanggungjawab terhadap bahan kimia tersebut
- Tanggal dipindahkannya bahan kimia ke tempat tersebut.

Pencatatan dan pendokumentasian tanggal penerimaan bahan kimia baru perlu dilakukan. Pelaksanaan rotasi stok bahan kimia juga harus dilakukan agar bahan kimia yang lebih lama dipastikan digunakan lebih dulu. Pastikan papan berstruktur kuat dan kokoh untuk menopang jika botol-botol bahan kimia diletakkan pada suatu lemari papan yang terbuka. Lemari papan penyimpanan bahan kimia minimal harus berjarak 3/4 inch dari dinding. Bahan kimia hendaknya tidak diletakkan atau disimpan di *laboratory hood*, di atas lantai, di jalur jalan, atau di atas bangku.

Bahan kimia yang membutuhkan tempat penyimpanan sejuk harus ditempatkan pada *freezer* atau *refrigerator* khusus yang sudah terjamin kualitasnya. Bahan kimia yang disimpan di tempat tersebut juga harus disegel dan diberi label yang benar pada kontainernya. *Freezer/refrigerator* penyimpanan harus diinspeksi serta dibersihkan. Endapan-endapan air yang membeku pada pendingin juga harus dihilangkan agar lemari penyimpanan tersebut berfungsi secara maksimal. Bahan kimia yang berpotensi sebagai sumber nyala api dan yang menyebabkan kebakaran serta ledakan tidak diperbolehkan disimpan di dalam *freezer/refrigerator*. Menyimpan makanan atau minuman di dalam *freezer/refrigerator* bahan kimia tidak boleh dilakukan.

Bahan kimia yang bersifat toksik dan *flammable* harus ditempatkan di lemari penyimpanan yang berbeda spesifikasinya. Bahan kimia toksik harus disimpan di kontainer dalam lemari penyimpan yang memiliki ventilasi yang baik

dan secara spesifik didesain untuk bahan kimia tersebut. Bahan kimia yang bersifat *flammable* disimpan di dalam *flammable liquid storage cabinets* yang telah tercantum dalam standar yang ada.

### 3. Penanganan Bahan Kimia

Kegiatan penanganan bahan kimia di laboratorium memerlukan *Standar Operating Procedure (SOP)* yang jelas agar menghindari terjadinya *accident* atau *near-miss* dan efek kesehatan yang tidak diinginkan. Selain SOP, Panduan penanganan bahan kimia dari dokumen MSDS juga harus tersedia di laboratorium. Dokumen tersebut mencantumkan berbagai informasi mengenai seluruh material yang ada pada laboratorium. Referensi untuk MSDS laboratorium yang biasa digunakan ialah OSHA 29 CFR 1910.1200. Standar lain yang umumnya digunakan untuk MSDS laboratorium ialah ANSI Z400.1-1998. Dokumen MSDS harus tersedia di dalam laboratorium dan dapat diakses oleh seluruh pekerja laboratorium setiap saat.

### 4. Inventarisasi Bahan Kimia

Kuantitas dan kualitas dari bahan kimia yang disimpan di dalam laboratorium harus selalu dipantau dengan baik. Pembaharuan inventarisasi bahan kimia dilakukan paling tidak setiap satu tahun sekali. Bahan kimia yang tidak diperlukan atau yang sudah kadaluarsa dapat dieliminasi dengan melakukan inventarisasi bahan kimia. Pekerja laboratorium harus memperhatikan kondisi dari bahan kimia, label yang tertera pada kontainer penyimpanan, dan pembuangan bahan kimia yang kadaluarsa atau yang tidak diperlukan ketika melaksanakan inventarisasi. Pekerja laboratorium juga harus mengganti label yang terlepas atau rusak, mengganti kap penutup yang rusak atau terlepas, mengecek tanggal kadaluarsa setiap bahan kimia, dan mengecek kondisi dari lemari penyimpanan bahan kimia.

### 5. *Chemical Transportation*

Cara pendistribusian/transportasi bahan kimia terdapat dalam dokumen *Chemical Hygiene Program (CHP)*. Peralatan penyimpanan sekunder atau alat bantu khusus perlu digunakan saat memindahkan bahan kimia dari ruangan penyimpanan ke tempat yang dituju, walaupun hanya dalam jarak yang dekat. Alat bantu berupa kereta/gerobak dorong harus dilengkapi dengan pembatas di

sisinya dan semacam nampan tambahan yang dalamnya paling tidak dua inchi untuk mewedahi bahan kimia jika terjadi tumpahan. Botol kontainer bahan kimia cair juga harus dipisahkan satu sama lain agar tidak pecah dan terjadi tumpahan. Personil yang melakukan transportasi bahan kimia tidak boleh menggunakan kendaraan pribadi untuk mendistribusikannya.

#### 6. Pembuangan Limbah Bahan Kimia

Proses pembuangan limbah bahan kimia sisa praktikum laboratorium dilakukan berdasarkan peraturan yang berlaku di institusi yang berkaitan. Limbah yang akan dibuang harus diberi label dengan baik dan benar. Kontainer tempat bahan kimia juga harus ditutup dengan rapat dan disimpan di ruangan khusus limbah bahan kimia. Kontainer bahan kimia harus pula diusahakan berukuran minimum dan memiliki ruang berukuran satu hingga dua inchi dari bagian atasnya.

#### 2.2.4 Manajemen Fasilitas

Laboratorium memiliki beberapa fasilitas yang mendukung pelaksanaan kegiatan yang berhubungan dengan praktikum. Fasilitas-fasilitas pendukung praktikum tersebut antara lain:

- *Laboratory chemical hoods*
- *Eyewash/showers* darurat
- Alat Pemadam Api Ringan (APAR)
- Alarm kebakaran
- Tempat penyimpanan bahan kimia
- Tempat pembuangan bahan kimia
- Fasilitas elektrik
- Ventilasi
- Fasilitas umum seperti meja, kursi, lemari, dan lain-lain

Seluruh fasilitas yang ada di laboratorium harus dirawat dan dipelihara kebersihan serta kerapiahannya dengan melakukan inspeksi secara berkala. Tujuan lain dari dilaksanakannya inspeksi fasilitas laboratorium tersebut ialah untuk mengetahui kelayakan fungsinya. Laporan dari inspeksi yang dilakukan ditempel

pada tempat yang strategis dan mudah diakses untuk dilihat agar para pengguna laboratorium mengetahui keadaan fasilitas yang mereka gunakan. Dokumen laporan mengenai inspeksi berkala tersebut harus dicantumkan tanggal pelaksanaan inspeksi dan nama inspektor yang melaksanakan.

### 2.2.5 *Safety Activities*

Aktivitas keselamatan di laboratorium harus dilakukan untuk menjamin kesehatan dan keselamatan para pengurus dan penggunanya. Aktivitas keselamatan yang harus dilakukan di laboratorium antara lain:

#### 1. Inspeksi Laboratorium

Inspeksi laboratorium secara berkala perlu dilakukan demi mengantisipasi terjadinya risiko yang tidak diinginkan. Panduan yang dapat digunakan untuk pelaksanaan inspeksi di laboratorium ialah OSHA *Laboratory Standard 29 CFR 1910.1450*. Standar tersebut mencantumkan berbagai informasi mengenai hazard dan risiko dari beberapa bahan kimia yang digunakan di laboratorium beserta penanganan dan penanggulangannya. Standar itu menyebutkan pula bahwa inspeksi dilakukan minimal tiga bulan sekali untuk unit yang memiliki personil yang berganti-ganti, sedangkan yang memiliki personil tetap, setiap enam bulan sekali.

Pelaksanaan inspeksi laboratorium harus memerhatikan hal-hal penting, seperti:

1. Memastikan fasilitas yang ada di laboratorium berfungsi dengan aman dan tidak menyebabkan masalah kesehatan.
2. Memastikan pekerja dan pengguna laboratorium mengikuti segala prosedur yang ada di dalam *Chemical Hygiene Plan*.
3. Memastikan seluruh aktivitas yang ada di laboratorium dilakukan hati-hati untuk menghindari pekerja dan penggunanya terpajan bahan kimia berbahaya.

Inspektor membutuhkan form *checklist* khusus ketika melakukan inspeksi laboratorium. Isi pembahasan dari form tersebut meliputi:

- 1) *Safety Information*
- 2) Pelatihan
- 3) General Safety dan Housekeeping
- 4) Alat Pelindung Diri (APD)
- 5) Pencegahan dan Pengendalian Kebakaran
- 6) Eyewash/Shower Darurat
- 7) Pencegahan dan Pengendalian Tumpahan Bahan Kimia
- 8) Penanganan dan Penyimpanan Bahan Kimia
- 9) Elektrikal
- 10) Fume Hoods
- 11) Gas Cylinders
- 12) Pelaksanaan Program Keselamatan

Hasil dari kegiatan inspeksi laboratorium selanjutnya ditulis dalam laporan. Dokumen hasil laporan inspeksi tersebut harus diberikan kepada ketua departemen dan supervisor laboratorium. Pendokumentasian foto dari area laboratorium yang diinspeksi sebagai penunjang laporan juga harus disertakan.

## 2. *Housekeeping* Laboratorium

Laboratorium memiliki banyak fasilitas yang berpotensi menimbulkan hazard dan risiko bagi penggunanya. Fungsi fasilitas yang ada dapat selalu terpantau dan terjaga sehingga tidak menimbulkan risiko yang membahayakan kesehatan dan keselamatan penggunanya jika dilakukan *housekeeping* laboratorium dengan benar. Hal yang diperhatikan saat melakukan inspeksi *housekeeping* ialah kebersihan dan kerapian area laboratorium serta perawatan fasilitas yang ada.

## 3. Penggunaan APD

Alat Pelindung Diri (APD) yang sesuai dengan potensi hazard dan risiko yang ada di area kerjanya harus disediakan di dalam laboratorium. Kesesuaian dan ketepatan pemilihan APD dapat ditinjau dari dokumen MSDS. Seluruh pengguna dan pekerja di laboratorium harus selalu mengenakan APD tersebut saat bekerja

dengan material berbahaya untuk menghindari risiko yang tidak diinginkan. Penyediaan dan penggunaan APD juga harus dilakukan inspeksi.

Gambar-gambar di bawah ini merupakan beberapa contoh APD yang biasa digunakan di dalam laboratorium.



Gambar 2.1 APD *Gloves* dan *Google*

Sumber: (<http://www.dreamstime.com>)



Gambar 2.2 APD Masker

Sumber: (<http://www.chemicalproducts.net/consumables-and-equipment-ppc-cleaners>)



Gambar 2.3 APD Jas Laboratorium

Sumber: (<http://www.hsc.wvu.edu/safety/Laboratory-Safety/Personal-protective-Equipment/Laboratory-Clothing>)

#### 4. Penyimpanan dan Pembuangan Bahan Kimia

Penyimpanan dan pembuangan bahan kimia harus dilakukan oleh orang yang ahli dan bertanggungjawab berdasarkan peraturan yang telah disepakati. Penyimpanan dan pembuangan bahan kimia juga harus diinspeksi secara berkala. Hal-hal yang diperhatikan saat melakukan inspeksi tersebut meliputi:

- Bahan kimia disimpan di dalam kontainer khusus sesuai dengan jenisnya dan diberi label yang berisi informasi lengkap mengenai bahan kimia tersebut.
- Setiap jenis bahan kimia disimpan terpisah sesuai dengan kategori dan *compatibility*-nya untuk menghindari risiko yang tidak diinginkan.
- Bahan kimia tidak boleh disimpan pada ketinggian di atas lima kaki pada lemari yang terbuka. Lemari tersebut juga harus memiliki 'bibir' atau sisi untuk mencegah terjadinya *accident*.
- Bahan kimia tidak boleh disimpan di dalam *chemical hoods*.
- Alat bantu penyimpanan sementara bahan kimia harus digunakan pada saat memindahkan bahan kimia dari satu tempat ke tempat lain untuk menghindari terjadinya tumpahan.
- Inventarisasi bahan kimia harus diperbaharui secara berkala.
- Limbah bahan kimia harus diproses berdasarkan peraturan dan kebijakan yang dimiliki oleh institusi yang berkaitan.
- *Freezer/refrigerator* bahan kimia harus selalu dibersihkan secara berkala.

#### 5. *Signs* dan *Labels*

Panduan dalam melakukan pelabelan dan pemberian tanda (*signs*) terdapat dalam standar NFPA 704. Standar tersebut menyatakan bahwa label dan tanda yang ditempel serta informasi kontak darurat di laboratorium harus selalu diperbaharui. Informasi kontak darurat harus ditempel pada tempat yang strategis, seperti di pintu atau di dekat telepon. Label harus ditempel pada setiap kontainer bahan kimia dan harus berisi informasi lengkap mengenai bahan kimia tersebut. Peralatan berbahaya dan fasilitas darurat harus diberi tanda (*signs*) yang jelas dan mudah lihat. Tanda peringatan bahaya harus ditempel pada area khusus dan bahaya yang tidak umum.



Gambar 2.4 Tanda Bahaya

#### 6. Dokumen Keselamatan (*Safety Documents*)

Pelaksanaan program keselamatan laboratorium sangat memerlukan adanya dokumen keselamatan. Dokumen keselamatan yang wajib dimiliki setiap laboratorium ialah: *Material Safety Data Sheet* (MSDS), *Standard Operating Procedure* (SOP), *Chemical Hygiene Plan* (CHP), dokumen tanggap darurat (prosedur pencegahan dan penanggulangan kebakaran, pencegahan dan pengendalian tumpahan bahan kimia, evakuasi, P3K, serta pelaporan *accident* dan *near-miss*) dan dokumen inventarisasi bahan kimia. Dokumen-dokumen tersebut sebaiknya ditinjau ulang secara berkala. Duplikasi dari seluruh dokumen keselamatan tersebut hendaknya diletakkan di tempat yang diketahui oleh para pekerja dan pengguna laboratorium agar mereka mudah mengaksesnya.

#### 7. *Laboratory Fume Hood*

Pengguna dan pekerja laboratorium harus menggunakan *laboratory fume hood* saat sedang bekerja dengan bahan kimia yang bersifat toksik berwujud *vapors*, *dusts*, *volatile*, dan gas. Penggunaan *hoods* ini juga harus selalu diawasi. Kepala serta tubuh pekerja dan pengguna laboratorium harus selalu berada di luar *hoods*. Kecepatan (*airflow*) di permukaan *hoods* harus selalu dipantau melalui kegiatan inspeksi. Bahan kimia yang tidak boleh disimpan atau diletakkan pada *hoods* selain bahan kimia yang sedang digunakan. Seluruh bahan kimia dan peralatan yang sedang digunakan di area *hoods* harus tertata dengan rapi dan diletakkan paling tidak sejauh enam inchi dari *hoods* agar *airflow* dapat bekerja

dengan baik. Tes kelayakan kerja *hoods* secara berkala juga dilakukan dalam inspeksi. Hasil dan tanggal pelaksanaan tes tersebut dicantumkan pada label yang ada di *hoods* itu.



Gambar 2.5 *Laboratory Fume Hood*

Sumber: (<http://chemistry.about.com/od/imagesclipartstructures/ig/Lab-Equipment---Instruments/Fume-Hood.htm>)

#### 8. *Gas Cylinder*

*Gas cylinder* harus diletakkan di luar laboratorium dan terjaga keamanannya. Penggunaan dan perawatan *gas cylinder* harus dipantau dan diinspeksi secara berkala. *Gas cylinder* yang tidak digunakan harus diberikan kap. Lokasi dari *gas cylinders* tidak boleh menghalangi jalan area kerja.



Gambar 2.6 *Gas Cylinder*

Sumber: (<http://www.phy.cam.ac.uk/hands/hazards/gases.php>)

#### 9. *Emergency Safety Equipment*

Perlengkapan yang digunakan dalam keadaan darurat seperti *eyewash/showers* darurat dan APAR harus selalu diinspeksi secara berkala. Hasil dari inspeksi, tanggal inspeksi, serta nama inspektur yang menginspeksi

dicantumkan pada *tag* yang digantungkan atau ditempel di perlengkapan tersebut. *Eyewash/showers* darurat harus dapat diakses dalam sepuluh detik setelah terpajan material berbahaya. Akses menuju telepon dan APAR juga harus mudah dan tidak terhalang apapun. *Fire blanket* dan peralatan pertolongan pertama (*first aid*) harus tersedia dan siap digunakan oleh seluruh pengguna laboratorium.

#### 10. Pelatihan

Pencapaian keselamatan dan kesehatan dalam bekerja memerlukan partisipasi dari seluruh pengguna laboratorium untuk melaksanakan perilaku aman. Informasi mengenai cara berperilaku yang aman saat bekerja di laboratorium dapat diperoleh dari pelatihan. Pelatihan dasar mengenai keselamatan laboratorium harus diterima oleh seluruh pengguna dan pekerja laboratorium saat sesi orientasi. Beberapa pelatihan mengenai keselamatan laboratorium diantaranya ialah: pelatihan mengenai alat pelindung diri, penyimpanan dan penanganan bahan kimia, pertolongan pertama dan CPR, penggunaan alat pemadam api, penggunaan *eyewash/showers* darurat, dan penggunaan *gas cylinder*. Pelaksanaan pelatihan dan orientasi mengenai dasar keselamatan laboratorium bagi siswa/mahasiswanya merupakan hal yang wajib dilakukan oleh institusi akademis. Para siswa/mahasiswa dibiasakan untuk selalu berhati-hati dalam melakukan pekerjaan di dalam laboratorium melalui pelatihan tersebut. Lingkungan kerja yang aman bagi para mahasiswa hingga mereka bekerja nantinya dapat tercipta melalui pelaksanaan pelatihan dan orientasi tersebut.

### 2.3 Metode Peningkatan Keselamatan Laboratorium

Terciptanya keselamatan laboratorium bukan merupakan hal yang mudah. Manajemen khusus diperlukan untuk melaksanakan segala praktek keselamatan laboratorium sesuai dengan standar yang ada. Publikasi mengenai metode pelaksanaan dan peningkatan manajemen keselamatan laboratorium telah banyak terbit saat ini. Salah satunya ialah publikasi berupa jurnal yang berjudul “*Improving Engineering Research Laboratory Safety by Addressing The Human*

*Aspects of Research Management*” yang ditulis oleh Joseph Zakzeski pada tahun 2009. Jurnal ilmiah tersebut menggunakan kerangka berpikir untuk meningkatkan program keselamatan yang disarankan oleh Bea.

Menurut Bea, untuk dapat mencapai dan meningkatkan program keselamatan, diperlukan kualitas yang total dari pihak manajemen. Hal tersebut dapat dilakukan dengan menjalankan pendekatan manajemen secara *top-down*, yakni seluruh manajemen dari tingkat bawah hingga paling atas saling bekerjasama dan memiliki peran masing-masing. Pendekatan *top-down* tersebut dapat dilaksanakan dengan tiga cara, yaitu pendekatan secara proaktif, reaktif, dan interaktif. Penjelasan lebih lanjut mengenai pendekatan tadi akan dipaparkan di bawah ini.

### **2.3.1 Pendekatan Proaktif**

Hal yang menjadi objektif dari pendekatan proaktif ini ialahantisipasi dan koreksi segala potensial hazard dan risiko yang ada di laboratorium sebelum terjadi kecelakaan. Dua cara yang dapat dilakukan untuk melaksanakan pendekatan proaktif ialah pelaksanaan *safety audit* secara rutin dan melakukan analisis hazard dan risiko.

#### **a. *Safety Audit***

Kegiatan audit keselamatan hendaknya dilakukan setiap satu tahun sekali. Kegiatan ini dilakukan dengan membandingkan pelaksanaan program yang ada dengan standar yang berlaku. Program pengendalian risiko yang dievaluasi saat *safety audit* meliputi:

1. *Safety Information*
2. Pelatihan
3. General Safety dan Housekeeping
4. Alat Pelindung Diri (APD)
5. Pencegahan dan Pengendalian Kebakaran
6. Eyewash/Shower Darurat
7. Pencegahan dan Pengendalian Tumpahan Bahan Kimia
8. Penanganan dan Penyimpanan Bahan Kimia

9. Elektrikal
10. Fume Hoods
11. Gas Cylinders
12. Pelaksanaan Program Keselamatan

**b. *Risk Assessment***

Penilaian risiko dilakukan untuk mengetahui jenis hazard dan besar risiko kesehatan serta keselamatan ketika melakukan aktivitas di laboratorium. Melalui pelaksanaan penilaian risiko, dapat ditentukan pula jenis pengendalian yang harus dilakukan untuk meminimalisasi risiko. Penilaian risiko dapat dilakukan dengan berbagai macam metode, seperti HAZOP (*Hazard and Operability*), TRA (*Task Risk Assessment*), JSA (*Job Safety Analysis*), dan lain sebagainya.

Analisis risiko dalam penelitian ini menggunakan metode *Task Risk Assessment* (TRA). Metode ini merupakan metode penilaian risiko berdasarkan langkah kerja (*task*) yang dilakukan. Langkah-langkah yang dilakukan untuk menganalisis risiko menggunakan metode TRA ialah:

1. Tentukan langkah kerja (*task*) yang akan dianalisis
2. Identifikasi hazard dan efeknya
3. Tentukan nilai tingkat risiko awalnya
4. Cantumkan pengendalian yang telah ada
5. Tentukan nilai tingkat risiko akhirnya

Penulis menggunakan metode penilaian risiko semi kuantitatif dalam penelitian ini. Keterangan mengenai cara penentuan nilai risiko berdasarkan metode semi kuantitatif berdasarkan "*Task Risk Assessment Guide*" dari *Step Change in Safety* dapat dilihat dari tabel berikut ini.

Tabel 2.2 Cara Penentuan Besar Risiko Metode Semi Kuantitatif

		Severity				
		1 Cedera dapat diabaikan, tidak menyebabkan absen kerja	2 Cedera minor, membutuhkan penanganan P3K	3 Cedera menyebabkan kehilangan waktu kerja	4 Menyebabkan suatu kematian atau cedera serius	5 Menyebabkan kematian banyak orang
Likelihood	1 Sangat jarang terjadi	1	2	3	4	5
	2 Jarang terjadi	2	4	6	8	10
	3 Dapat terjadi jika ada faktor-faktor tertentu	3	6	9	12	16
	4 Sering terjadi dengan adanya faktor tertentu	4	8	12	16	20
	5 Hampir tidak dapat dipungkiri bahwa kecelakaan akan terjadi	5	10	15	20	25

Hasil akhir perhitungan besar risiko berkisar antara 1 hingga 25. Arti dari besar angka risiko tersebut ialah:

- Jika hasil akhir risiko berkisar antara 1-6, berarti risiko masih dapat diterima, namun dibutuhkan peninjauan ulang risiko untuk mengurangi dampaknya.
- Jika hasil akhir risiko berkisar antara 7-14, berarti langkah kerja yang ada memerlukan otorisasi khusus dari pihak yang ahli. Peninjauan ulang langkah kerja perlu dilakukan untuk memperhitungkan sekaligus mengurangi bahaya dan risiko yang timbul. Pengendalian risiko juga harus dilakukan dengan tepat.

- c. Jika hasil akhir risiko berkisar antara 15-25, berarti langkah kerja tidak boleh dilakukan. Peninjauan ulang langkah kerja harus dilakukan untuk memperhitungkan bahaya dan risiko yang akan timbul. Program pengendalian risiko juga harus ditinjau ulang dan diperbaiki.

### 2.3.2 Pendekatan Reaktif

Pendekatan reaktif mengenai keselamatan laboratorium merupakan pendekatan dengan cara menganalisis suatu sistem setelah terjadi suatu insiden. Pendekatan reaktif ini meliputi dua kategori, yaitu pelaporan *accident* dan *near-miss* serta pelaksanaan inspeksi.

#### a. Pelaporan *Accident* dan *Near-Miss*

Pelaporan *accident* dan *near-miss* harus dilakukan dengan sistem khusus. Proses pada sistem ini menekankan pada pertukaran informasi yang bebas tanpa memberikan hukuman kepada orang yang melaporkannya. Diperlukan pula suatu formulir khusus untuk melakukannya. Formulir tersebut berisi jenis kecelakaan, lokasi dan waktu, serta korbannya. Dokumentasi hasil dari pelaporan ini hendaknya dipublikasikan di laboratorium agar setiap pengguna mengetahui dan lebih bekerja dengan hati-hati.

#### b. Pelaksanaan Inspeksi

Inspeksi dilakukan bertujuan untuk mengidentifikasi hazard yang dapat terjadi di area laboratorium. Pengecekan dan perawatan berbagai fasilitas laboratorium dilakukan pula melalui pelaksanaan program ini. Inspeksi dilakukan minimal enam bulan sekali bagi laboratorium yang memiliki personil tetap dan tiga bulan sekali bagi yang memiliki personil tidak tetap. Lembar *checklist* diperlukan dalam inspeksi untuk mempermudah evaluasi hasil. Akan tetapi, ada pula yang hanya menggunakan lembar isian biasa yang menyebutkan hazard apa saja yang dapat timbul. Dokumentasi hasil inspeksi harus dilaporkan ke kepala departemen untuk mendiskusikan pengendalian yang akan dilakukan. Pengendalian tersebut harus dipantau secara berkala. Hasil dokumentasi inspeksi

juga harus dipublikasikan di laboratorium agar meningkatkan kewaspadaan penggunaannya.

### 2.3.3 Pendekatan Interaktif

Pelaksanaan pendekatan interaktif berdasarkan anggapan bahwa bahwa banyak aspek yang tidak terduga yang memengaruhi atau menyebabkan terjadinya kegagalan struktur suatu sistem (Bea, 1998). Pendekatan ini meliputi kegiatan penilaian dan manajemen risiko yang berhubungan dengan manusia dan faktor organisasional ketika terjadi suatu krisis (keadaan darurat). Tujuan utama dari pendekatan ini ialah meningkatkan efektivitas sistem manajemen krisis, yaitu program yang berisi yang harus dilakukan ketika terjadi suatu krisis atau keadaan darurat. Sistem dari program ini membutuhkan partisipasi dari seluruh pihak, mulai dari manajemen paling atas hingga pekerja pelaksana di laboratorium. Oleh karena itu, pendekatan *top-down* sangat berperan dalam mengimplementasikan pendekatan ini.

Rasmussen dalam jurnal "*Improving Engineering Research Laboratory Safety by Addressing The Human Aspects of Research Management*" yang ditulis oleh Joseph Zakzeski pada tahun 2009 menyebutkan kegiatan-kegiatan yang tercakup dalam sistem manajemen krisis tersebut antara lain:

1. Monitor dan deteksi kejadian
2. Interpretasi keadaan pada saat itu
3. Menentukan implikasi dari kejadian tersebut
4. Mengembangkan rencana pengendalian
5. Implementasi pelaksanaan pengendalian
6. Observasi efektivitas dari rencana pengendalian

### BAB 3

## KERANGKA TEORI, KERANGKA KONSEP DAN DEFINISI OPERASIONAL

### 3.1 Kerangka Teori

Kerangka teori yang digunakan dalam penelitian ini merupakan modifikasi dari kerangka berpikir yang ada dalam jurnal ilmiah yang ditulis oleh Joseph Zakzeski berjudul “*Improving Engineering Research Laboratory Safety by Addressing The Human Aspects of Research Management*” tahun 2009.



Gambar 3.1 Kerangka Teori

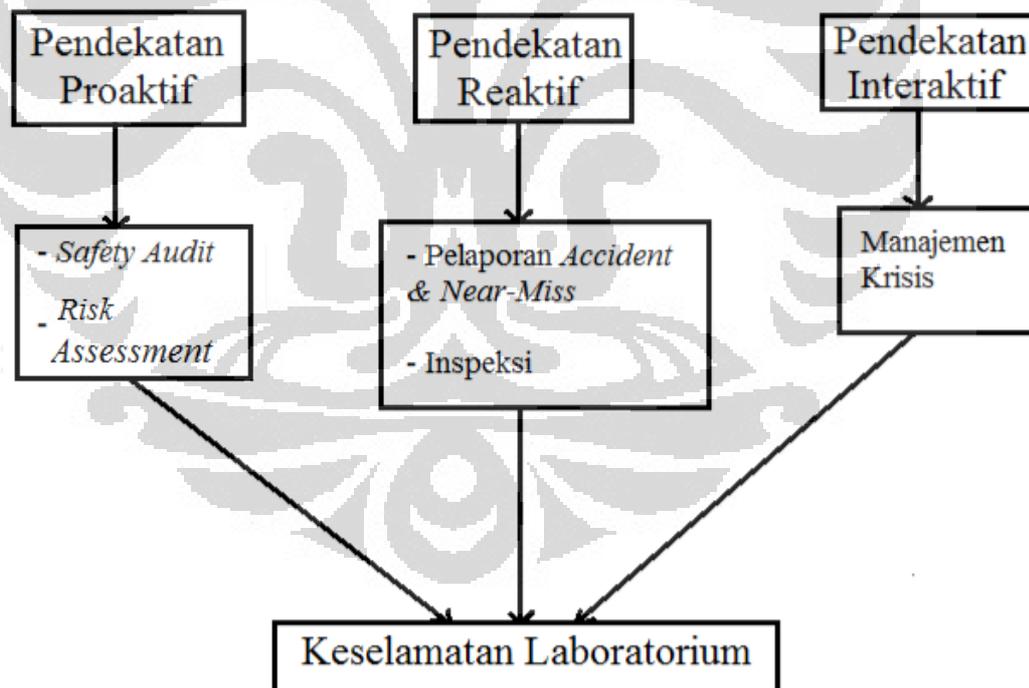
Sumber: Joseph Zakzeski (2009)

Kerangka teori di atas menyatakan, untuk dapat meningkatkan keselamatan laboratorium, diperlukan *Integrated Safety Management*. Hal tersebut dapat

dicapai dengan melakukan tiga cara, yaitu pendekatan secara proaktif, reaktif, dan interaktif. Pendekatan proaktif dilaksanakan dengan melakukan *safety audit* dan *risk assessment*. Kemudian, pendekatan reaktif dilaksanakan dengan melakukan pelaporan *accident* dan *near-miss* serta pelaksanaan inspeksi. Selanjutnya, pendekatan interaktif dilaksanakan dengan melaksanakan program manajemen krisis. Disamping ketiga hal tersebut, diperlukan pula peranan *quality assurance* dan *quality control*.

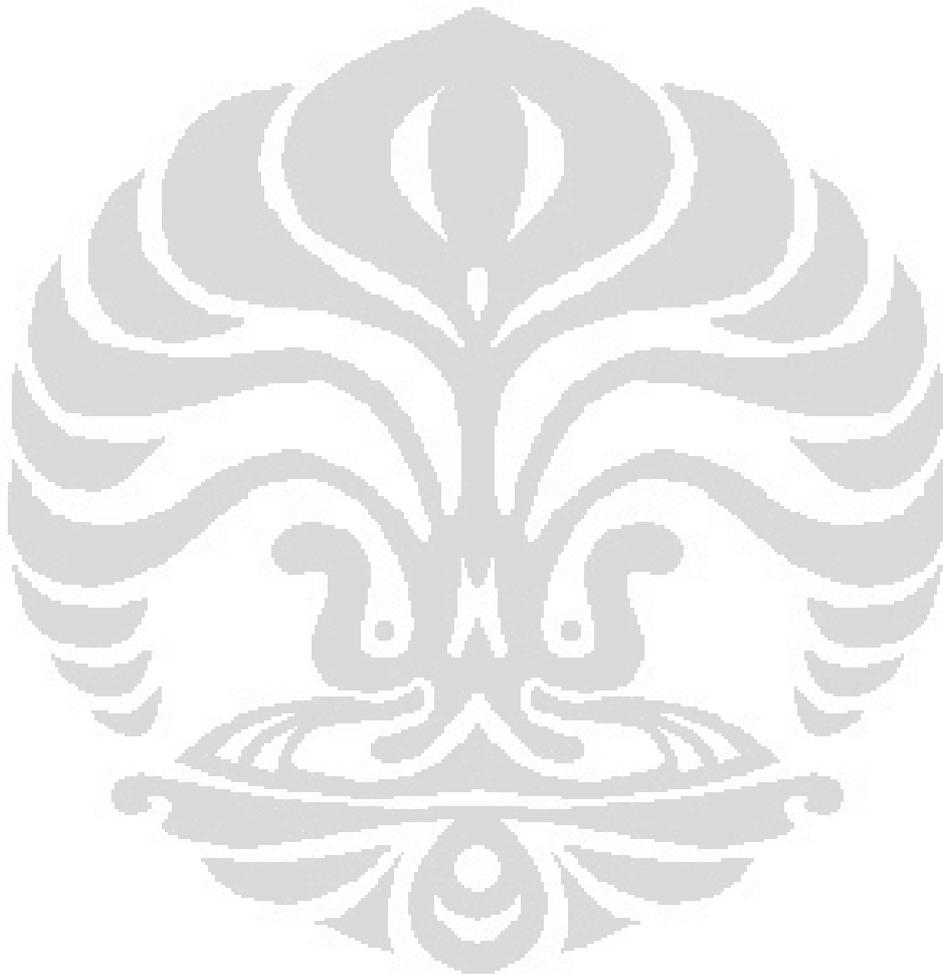
### 3.2 Kerangka Konsep

Tidak semua faktor pada kerangka teori digunakan dalam penelitian ini. Penulis hanya menggunakan ketiga pendekatan untuk melakukan analisis keselamatan laboratorium.



Gambar 3.2 Kerangka Konsep

Konsep tersebut menjelaskan bahwa penelitian ini menggunakan pendekatan proaktif, reaktif, dan interaktif untuk menganalisis keselamatan laboratorium. Pendekatan proaktif terdiri dari *safety audit* dan *risk assessment*, pendekatan reaktif terdiri dari pelaporan *accident* dan *near-miss* serta pelaksanaan inspeksi, kemudian pendekatan interaktif terdiri dari manajemen krisis.



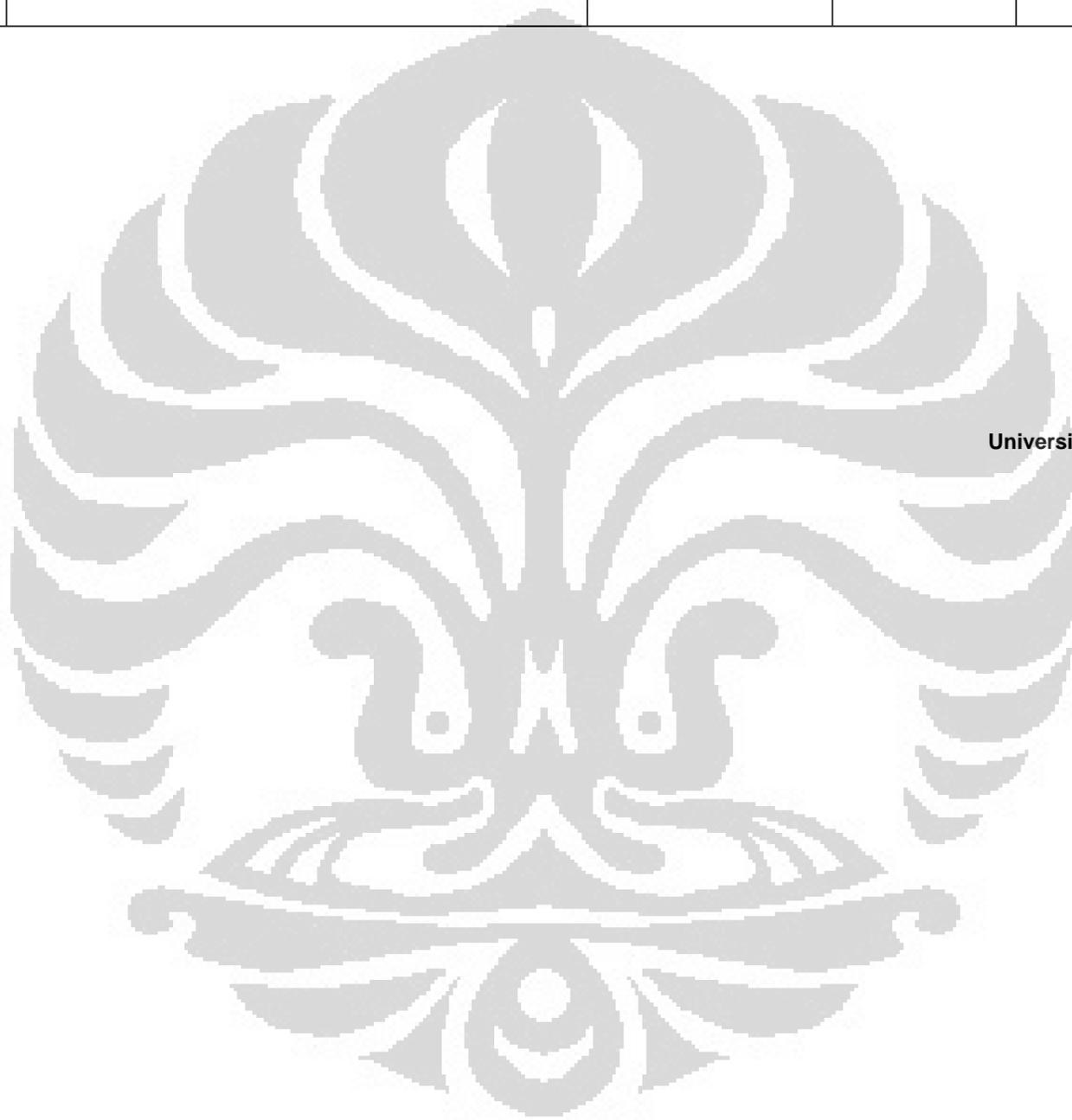
### 3.3 Definisi Operasional

Tabel 3.1 Definisi Operasional

Variabel	Definisi Operasional	Cara Ukur	Alat Ukur	Skala Ukur
Keselamatan Laboratorium	Keadaan dimana hazard dan risiko dari seluruh kegiatan yang ada di laboratorium dapat diminimalisasi dan dikendalikan	Observasi langsung, wawancara	<i>Checklist</i>	Ordinal
<i>Safety Audit</i>	Pelaksanaan evaluasi keselamatan secara keseluruhan dengan melakukan analisis program pengendalian risiko yang telah ada.	Observasi langsung, wawancara	<i>Checklist</i>	Ordinal
<i>Risk Assessment</i>	Penggunaan metode tertentu untuk mengetahui hazard dan dan besar risiko yang dapat muncul pada suatu pekerjaan.	Pengisian formulir TRA	Formulir TRA	Ordinal

Universitas Indonesia

Pelaporan <i>accident</i> dan <i>near-miss</i>	Sistem atau tata cara melaporkan segala kasus <i>accident</i> dan <i>near-miss</i> yang terjadi.	Observasi langsung, wawancara	<i>Checklist</i>	Ordinal
Inspeksi	Penelusuran secara rutin seluruh area laboratorium untuk mengetahui dan mendata hazard apa saja yang ada di tempat tersebut, lalu dibuat laporannya.	Observasi langsung, wawancara	<i>Checklist</i>	Ordinal
Manajemen Krisis	Sistem atau tata cara pengendalian suatu krisis	Observasi langsung, wawancara	<i>Checklist</i>	Ordinal



Universitas Indonesia

## **BAB 4**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **4.1 Desain Penelitian**

Penelitian ini termasuk penelitian deskriptif yang dilakukan dengan menggunakan pendekatan observasional untuk menganalisis pelaksanaan manajemen keselamatan yang ada di Laboratorium Dasar Proses Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Pembuatan analisis risiko laboratorium menggunakan metode TRA (*Task Risk Assessment*) juga dilakukan dalam penelitian ini. Hasil penelitian akan dibandingkan dengan standar keselamatan laboratorium yang berlaku. Tujuan dilakukannya hal tersebut ialah untuk mengevaluasi program manajemen keselamatan laboratorium yang telah dilakukan.

#### **4.2 Lokasi dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Dasar Proses Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia pada bulan April tahun 2012.

#### **4.3 Unit Analisis dan Objek Penelitian**

Unit analisis dari penelitian ini ialah Laboratorium Dasar Proses Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Objek dari penelitian ini ialah bahan kimia, peralatan, dan proses kerja pada praktikum serta pengendalian risiko dan manajemen keselamatan yang telah ada di Laboratorium Dasar Proses Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

#### **4.4 Teknik Pengumpulan Data**

Sumber data yang digunakan untuk penelitian ini ada dua jenis, yaitu sumber data primer dan sekunder.

#### 4.4.1 Sumber Data Primer

Data primer penelitian ini diperoleh dari hasil observasi langsung dengan pengisian lembar *checklist* mengenai keselamatan laboratorium. Data primer juga didapatkan dari hasil wawancara langsung dengan pihak pengelola laboratorium.

#### 4.4.2 Sumber Data Sekunder

Data sekunder didapatkan dari data yang dimiliki oleh Laboratorium Dasar Proses Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia seperti data bahan kimia beserta peralatan dan inventarisnya, *Material Safety Data Sheet* (MSDS), serta *Standard Operating Procedure* (SOP), dan lain-lain. Data sekunder juga diperoleh dari studi kepustakaan berdasarkan beberapa literatur yang menunjang penelitian ini.

#### 4.5 Teknik Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan data hasil observasi langsung mengenai karakteristik bahan kimia, peralatan, dan proses kerja praktikum dilakukan secara manual. Data dari hasil observasi tersebut dikumpulkan kemudian dibuat analisis risikonya dengan melakukan pengisian formulir TRA (*Task Risk Assessment*). Setelah itu dilakukan analisis mengenai pengendalian risiko dan manajemen keselamatan yang telah ada dengan cara dibandingkan dengan standar keselamatan yang berlaku. Analisis mengenai pengendalian risiko dan manajemen keselamatan yang telah ada itu selanjutnya dibandingkan pula dengan hasil analisis TRA tadi. Tahap akhir dari analisis data tersebut ialah memberikan rekomendasi sesuai dengan standar yang ada.

## BAB 5

### GAMBARAN UNIT ANALISIS

#### 5.1 Profil Umum Laboratorium Dasar Proses Kimia

Laboratorium Dasar Proses Kimia merupakan salah satu dari delapan laboratorium pendidikan yang ada di Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Laboratorium ini berdiri pada tahun 1986. Surat Keputusan (SK) pendirian dari laboratorium ini ialah SK No 12/D/SK/FTUI/III/1997 Tahun 1997, tentang pemberhentian dan pengangkatan Kepala Lab. periode 1997 – 2000. Laboratorium ini terdiri dari dua ruangan, yaitu Laboratorium DPK A dan Laboratorium DPK B.

Nama	: Laboratorium Dasar Proses Kimia (DPK)
Fakultas	: Teknik
Organisasi / Departemen	: Departemen Teknik Kimia
SK Pendirian	: No. 112/D/SK/FTUI/III/1997 Tahun 1997, tentang pemberhentian dan pengangkatan Kepala Lab. periode 1997 – 2000
Tahun Pendirian	: 1986
Status Akreditasi	: BELUM TERAKREDITASI
Kepala Laboratorium	: Ir. Rita Arbianti, MSi
Telepon / Fax	: 021-7863516 / 021-7863515
Nama Anggota	: 1. Ir. RITA ARBIANTI, M.Si 2. EKO ANJANG BUDI P, S.Si 3. Mahasiswa

Email : lab.dpk@chemeng.ui.ac

Situs : www.che.ui.ac.id

Alamat : Laboratorium Dasar Proses Kimia (DPK)  
 Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik  
 Universitas Indonesia Kampus baru UI  
 Depok

Sumber : (<http://www.laboratorium.ui.ac.id/labs.php?id=314>)

Laboratorium Dasar Proses Kimia melayani beberapa kegiatan praktikum yaitu praktikum kimia dasar, kimia organik, kimia fisika, dan kimia analitik. Kegiatan praktikum tersebut dapat dilakukan oleh mahasiswa reguler, paralel, dan internasional. Selain itu, laboratorium ini juga melayani mahasiswa yang akan melakukan penelitian tugas akhir yang membutuhkan bahan kimia, peralatan *glassware*, dan instrumen yang ada, seperti gas kromatografi, spektrofotometer UV/VIS, *viscometer digital broukfield*, *melting point meter*.

## 5.2 Peralatan di Laboratorium

Peralatan yang digunakan dalam Laboratorium Dasar Proses Kimia dapat dilihat dalam tabel di bawah ini.

Tabel 5.1 Peralatan Laboratorium Dasar Proses Kimia

Nama Alat	Jumlah Alat	Status Alat
Spektrofotometer UV-Vis	1	Dapat digunakan Bersama
Gas Chromatography	2	Dapat digunakan Bersama
Alat pembuatan aquadest	1	Dapat digunakan Bersama

Cromatography coloumn	2	Dapat Bersama	digunakan
Sentrifuse	1	Dapat Bersama	digunakan
Distilasi	1	Dapat Bersama	digunakan
Soklet	1	Dapat Bersama	digunakan
Viskometer	1	Dapat Bersama	digunakan
Hydrometer	1	Dapat Bersama	digunakan
Alat-alat gelas	1	Dapat Bersama	digunakan
Neraca analitis	1	Dapat Bersama	digunakan
Konduktometer	1	Dapat Bersama	digunakan
pH meter	1	Dapat Bersama	digunakan
Desikator	1	Dapat Bersama	digunakan
Oven	1	Dapat Bersama	digunakan
Karl Fisher Moisture Content	1	Dapat Bersama	digunakan
Melting point analysis	1	Dapat Bersama	digunakan
Tensiometer	1	Dapat Bersama	digunakan
Digital viscometer	1	Dapat Bersama	digunakan

Mufle furnace	1	Dapat digunakan Bersama
---------------	---	-------------------------

Sumber: (<http://www.laboratorium.ui.ac.id/labs.php?id=314>)

### 5.3 Kegiatan di Laboratorium

Laboratorium Dasar Proses Kimia dapat memfasilitasi beberapa kegiatan praktikum, antara lain:

1. Penyedia sarana untuk pelaksanaan kegiatan praktikum

Kegiatan praktikum yang disediakan oleh Laboratorium DPK ialah praktikum kimia dasar, kimia organik, kimia fisika, dan kimia analitik. Setiap praktikum terdapat kurang lebih empat modul yang harus dikerjakan oleh setiap mahasiswa. Setiap modul terdiri dari kurang lebih tujuh percobaan.

2. Analisis dengan Spektrofotometri UV-VIS

Sarana untuk melakukan analisis dengan spektrofotometri UV-VIS ini dilakukan untuk mahasiswa yang sedang melakukan penelitian tugas akhir atau untuk penelitian yang bersifat komersial.

3. Analisis Pemisahan Dasar

Analisa pemisahan dasar yang disediakan di laboratorium ini ialah analisa yang menggunakan peralatan distilasi, soklet, kromatografi kolom, dan lain sebagainya.

4. Pembuatan *Aquadest* dan *Aqua-DM*

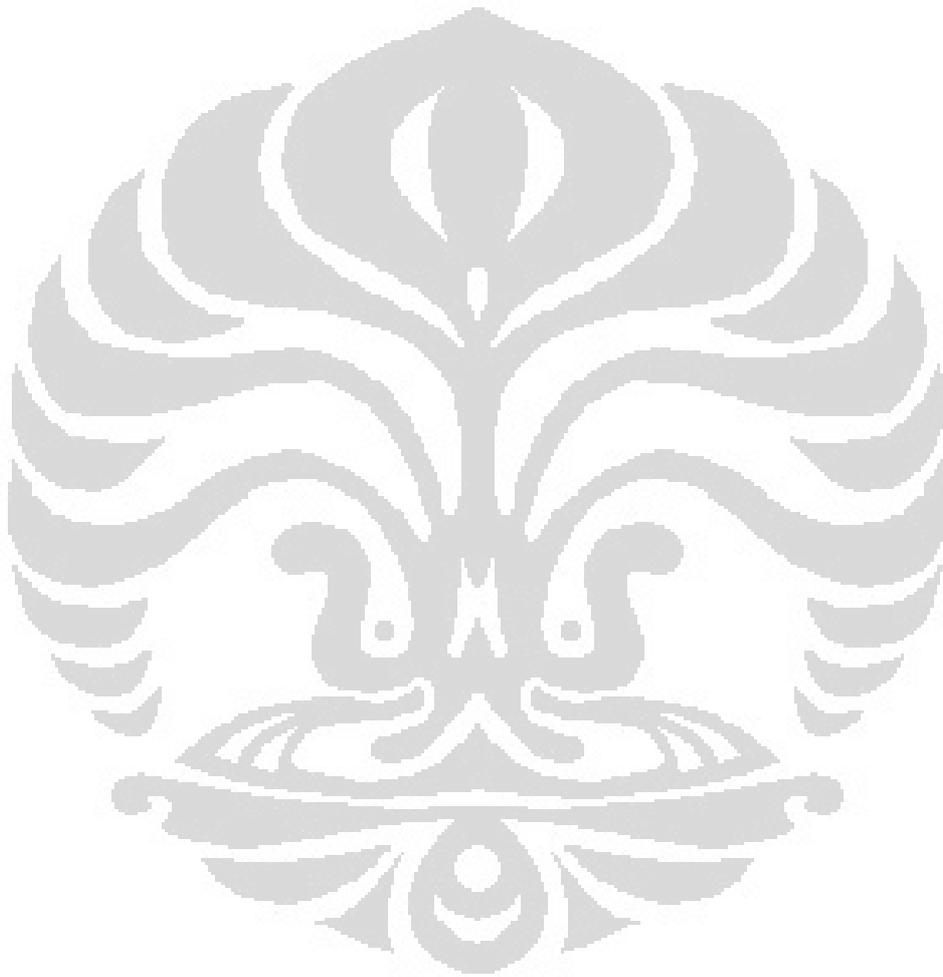
Pembuatan *aquadest* dan *aqua-DM* yang dilakukan dilaboratorium ini ditujukan untuk keperluan praktikum dan penelitian, dengan kapasitas produksi 1 Lt/jam

### 5.4 Dokumen Laboratorium

Dokumen-dokumen yang terdapat pada Laboratorium Dasar Proses Kimia antara lain:

1. SOP Penggunaan Laboratorium
2. SOP Bebas Laboratorium bagi mahasiswa yang akan sidang skripsi

3. SOP Praktikum
4. Tata Tertib Laboratorium
5. MSDS Bahan Kimia Laboratorium



## BAB 6

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 6.1 Keterbatasan Penelitian

Keterbatasan dari penelitian ini ialah:

- *Safety audit* yang dilakukan hanya berupa inspeksi selintas dan wawancara mendalam dengan teknisi laboratorium.
- Penilaian risiko pada TRA dilakukan secara subjektif menurut pengetahuan yang penulis miliki.
- Dalam pembuatan TRA, jika ada *task* yang sama maka tidak ditulis kembali agar mempersingkat penulisan.

#### 6.2 Pendekatan Proaktif

##### 6.2.1 *Safety Audit*

Laboratorium Dasar Proses Kimia tidak memiliki dokumen hasil *safety audit*. Beberapa tahun yang lalu pernah dilakukan *safety audit* ketika laboratorium ini pertama kali berdiri, tetapi hasil dari audit ini tidak ada pendokumentasiannya. Total *safety audit* yang pernah dilakukan hanya satu kali. Laboran tidak menangani *safety audit* dan pendokumentasiannya.

Penulis melakukan *safety audit* sederhana dengan menggunakan formulir *checklist* yang disusun berupa gabungan dari beberapa sumber. Program pengendalian risiko yang dievaluasi melalui *safety audit* tersebut antara lain:

##### 1. *Safety Information*

a. Laboratorium Dasar Proses Kimia belum memiliki dokumen *Chemical Hygiene Plan* (CHP) khusus. Program keselamatan yang ada hanya dijalankan sesuai dengan ketentuan pada dokumen SOP praktikum, MSDS, tata tertib praktikum, dan prosedur saat terjadi keadaan darurat.

OSHA *Laboratory Standard*, 29 CFR 1910.1450, *Occupational Exposure to Hazardous Chemicals in Laboratories* menyatakan bahwa *Chemical Hygiene Plan* merupakan suatu program tertulis yang dikembangkan dan

diimplementasikan oleh pekerja. CHP menetapkan prosedur, peralatan, APD, dan praktek kerja yang mampu melindungi pekerja dari hazard akibat bahan kimia yang ada di area kerja. Setiap area kerja yang menggunakan bahan kimia seharusnya memiliki dokumen CHP ini. Oleh karena itu, Laboratorium Dasar Proses Kimia hendaknya membuat CHP berdasarkan keadaan yang ada di tempat tersebut. Dokumen CHP tersebut juga harus meliputi ringkasan dari peraturan dan kebijakan yang ditetapkan oleh pihak departemen. Selain itu, dokumen CHP yang telah dibuat juga harus ditinjau ulang setiap satu tahun sekali oleh para penanggungjawab keselamatan.

b. Laboratorium Dasar Proses Kimia telah menggunakan dokumen MSDS yang jelas. Mahasiswa diwajibkan untuk mencari MSDS bahan kimia yang akan digunakan sebelum melakukan praktikum. Dokumen MSDS tidak selalu tersedia di laboratorium namun selalu dimiliki oleh para mahasiswa yang melaksanakan praktikum di laboratorium tersebut.

Hal tersebut sudah cukup baik untuk dilakukan karena melibatkan keaktifan mahasiswa untuk mencari dan memahami MSDS secara mandiri, tetapi jika mengacu pada OSHA *Laboratory Standard*, MSDS di laboratorium harus selalu tersedia dan mudah diakses oleh para pekerja dan pengguna laboratorium. Hal ini dilakukan untuk menghindari kemungkinan mahasiswa atau pengguna laboratorium lupa membawa MSDS ketika akan melakukan praktikum. Oleh karena itu, Laboratorium Dasar Proses Kimia hendaknya menyiapkan dokumen MSDS di setiap meja praktikum laboratorium.

c. Laboratorium Dasar Proses Kimia telah memiliki SOP laboratorium yang jelas. SOP mengenai penggunaan laboratorium, SOP bebas laboratorium bagi mahasiswa yang akan sidang skripsi, serta SOP praktikum telah tersedia di laboratorium. Setiap dokumen SOP tersebut selalu ditempel pada jendela kaca laboratorium SOP dan prosedur praktikum juga selalu tercantum pada modul praktikum yang selalu dibawa mahasiswa ketika melakukan praktikum di laboratorium.

d. Laboratorium Dasar Proses Kimia belum memiliki dokumen peraturan dan kebijakan keselamatan yang khusus, tetapi laboratorium ini telah memiliki prosedur keselamatan ditempel pada jendela kaca utama laboratorium, baik laboratorium A maupun B. Laboratorium ini juga memiliki tata tertib atau ketentuan khusus dalam melakukan praktikum dan saat memasuki laboratorium. Gabungan dari dokumen tata tertib dan prosedur keselamatan laboratorium dapat dijadikan dokumen peraturan dan kebijakan keselamatan laboratorium yang khusus.

e. Laboratorium Dasar Proses Kimia telah memiliki dokumen *Emergency Action Plan*. Prosedur keselamatan yang berisi tentang langkah apa saja yang harus dilakukan ketika terjadi keadaan darurat tertera di jendela laboratorium. Dokumen tersebut menginformasikan pula tempat yang harus dituju ketika terjadi keadaan darurat. Nomor kontak darurat yang dapat dihubungi ketika terjadi suatu keadaan darurat tertera di akhir dokumen. Informasi mengenai kegiatan darurat pada Laboratorium Dasar Proses Kimia sudah cukup baik. Dokumen rencana kegiatan darurat tersebut akan lebih baik lagi jika ditambah informasi mengenai penggunaan APAR dan pelaksanaan P3K.

f. Laboratorium Dasar Proses Kimia belum memiliki dokumen inventarisasi bahan kimia yang diperbaharui. Laboran/teknisi laboratorium memiliki dokumen inventarisasi bahan kimia namun belum ada dokumen yang terbaru. Rencana awal dari manajemen laboratorium menyatakan bahwa dokumen inventarisasi bahan kimia ini akan diperbaharui setiap satu tahun sekali, tetapi program tersebut saat ini tidak terlaksana. Teknisi laboratorium menyatakan telah mengetahui dan mengerti bahan kimia apa saja yang harus diperbaharui dan diganti tanpa adanya pembaharuan inventarisasi bahan kimia yang berkala.

Inventarisasi bahan kimia seharusnya dilakukan setiap satu tahun sekali. Petugas laboratorium harus memperhatikan keadaan botol/kontainer bahan kimia beserta labelnya, tanggal kadaluarsa, serta rak atau lemari penyimpanan bahan kimia saat melakukan inventarisasi. Manfaat dari pelaksanaan inventarisasi tersebut antara lain: bahan kimia yang sudah kadaluarsa dapat dieliminasi, penggunaan ruangan penyimpanan bahan kimia akan lebih efisien, serta tidak

akan ada peristiwa pecahnya botol kontainer bahan kimia akibat pemakaian yang sudah terlalu lama seperti yang pernah terjadi di Laboratorium Dasar Proses Kimia. (Foster, 2004)

g. Laboratorium Dasar Proses Kimia belum memiliki dokumen mengenai penilaian risiko (*risk assessment*) dari proses kerja. Penilaian risiko pernah dilakukan di laboratorium ini, akan tetapi tidak ada dokumen hasil penilaian tersebut di laboratorium.

Penilaian risiko sangat dibutuhkan untuk mengetahui jenis hazard dan besar risiko dari bahan dan peralatan yang digunakan ketika melakukan praktikum. Pengelola laboratorium dapat menentukan pengendalian apa saja yang dibutuhkan untuk meminimalisasi terjadinya risiko melalui pelaksanaan penilaian risiko. Keberadaan dokumen penilaian risiko sangat penting agar pengguna dapat mengetahui hazard dan risiko apa yang ada pada proses kerja yang mereka lakukan. Laboran juga harus ikut serta dalam pelaksanaan penilaian risiko agar dapat lebih memahami keadaan di laboratorium. Dokumen penilaian risiko ini lebih baik diletakkan di tempat yang strategis agar setiap pengguna laboratorium mudah mengaksesnya (ACS, 2003). Dokumen penilaian risiko beserta MSDS lebih baik disediakan di setiap meja praktikum agar lebih mudah diakses dan langsung dapat dibaca oleh pengguna laboratorium.

h. Pihak pengelola Laboratorium Dasar Proses Kimia tidak melakukan inspeksi laboratorium secara berkala. Inspeksi laboratorium hanya dilakukan ketika terjadi kasus kecelakaan kerja. Oleh karena itu, tidak ada dokumen hasil inspeksi di Laboratorium Dasar Proses Kimia.

i. Kejadian kecelakaan (*accident*) dan *near-miss* belum dilaporkan dan didokumentasikan dengan benar. Kejadian kecelakaan hanya akan dilaporkan kepada teknisi laboratorium (laboran). Pelaporan selanjutnya ditujukan kepada pihak departemen untuk ditindaklanjuti. Pelaporan ini tidak menggunakan sistem dan dokumen khusus serta tidak didokumentasikan. Kejadian *near-miss* di laboratorium ini tidak dilaporkan.

j. Laboratorium Dasar Proses Kimia tidak memiliki dokumen mengenai *safety audit*. Kegiatan *safety audit* pernah dilakukan di laboratorium ini beberapa tahun yang lalu, tetapi hasil dari audit ini tidak ada pendokumentasiannya. Total *safety audit* yang pernah dilakukan selama ini hanya satu kali. Laboran tidak menangani *safety audit* dan pendokumentasiannya.

## 2. Pelatihan

a. Laboran mendapat pemahaman mengenai *Chemical Hygiene Plan* (CHP), MSDS, SOP laboratorium, peraturan dan kebijakan keselamatan, serta program tanggap darurat melalui pelatihan yang diadakan setiap tahun. Para pengguna laboratorium (mahasiswa) mendapat pelatihan dan pengarahan mengenai informasi tersebut setiap awal semester atau setiap akan melakukan praktikum di laboratorium.

b. Laboran telah mendapat pelatihan atau pengarahan mengenai pemahaman tentang cara penanganan dan penyimpanan bahan kimia serta pencegahan dan penanganan tumpahan bahan kimia. Pengguna laboratorium (mahasiswa) tidak mendapat pelatihan mengenai hal tersebut secara khusus. Mahasiswa hanya mendapat pengarahan dari laboran mengenai cara penanganan bahan kimia.

Pelatihan mengenai keselamatan dan keamanan dalam bekerja di dalam laboratorium sangat penting dan wajib untuk dilakukan. Laboran hendaknya mendapatkan pelatihan setiap satu tahun sekali agar pengetahuan yang dimiliki dapat selalu diingat dan diperbaharui. K3LH hendaknya memfasilitasi pelatihan tahunan tersebut bagi seluruh laboran yang ada di Universitas Indonesia.

Pengguna laboratorium juga dapat diikutsertakan dalam pelatihan keselamatan dan keamanan bekerja dalam laboratorium, namun akan lebih efektif dan efisien jika para pengguna laboratorium tersebut diberikan *safety induction* setiap awal semester dan setiap akan melakukan praktikum di laboratorium. *Safety induction* tersebut bersifat wajib dan pelaksanaannya harus selalu dipantau dengan menggunakan *checklist* serta absensi kehadirannya.

### 3. *General Safety dan Housekeeping*

a. Tanda informasi darurat sudah tertera di setiap pintu keluar utama laboratorium, yaitu pintu keluar utama laboratorium ruangan A, pintu keluar utama laboratorium ruangan B, serta pintu keluar utama ruangan laboratorium keseluruhan (pintu keluar koridor). Tanda informasi darurat telah tertera pada ketiga pintu tersebut.



Gambar 6.1 Tanda Jalan Keluar Darurat Pada Pintu Laboratorium

b. Tanda bahaya/peringatan/perhatian sudah tertera di tempat yang tepat/dibutuhkan. Tanda jalan keluar darurat telah tertera pada pintu laboratorium. Di jendela kaca laboratorium tertera tanda bahaya/peringatan/perhatian yang menginformasikan jenis tanda bahaya dan artinya serta peringatan keselamatan lainnya. Tanda informasi mengenai bahaya bahan kimia juga tertera di tempat penyimpanan bahan kimia. Fasilitas laboratorium seperti *fume hood*, *shower*, bak cuci, dan lemari pendingin bahan kimia juga diberikan label tanda peringatan ataupun pemberitahuan yang berkaitan dengan keselamatan.



Gambar 6.2 Tanda Bahaya pada Jendela Laboratorium



Gambar 6.3 Tanda Peringatan pada Jendela Laboratorium

- c. Label peringatan mengenai APD yang harus digunakan dan bahaya kimia yang terdapat di area terdekat tertera pada ada bak cuci dan *fume hood*.



Gambar 6.4 *Laboratory Fume Hood*

- d. Di ruang laboratorium tidak terdapat makanan ataupun minuman. Mahasiswa dilarang membawa makanan dan minuman ke dalam laboratorium.



Gambar 6.5 Tanda Peringatan pada Jendela Laboratorium

e. Benda-benda di atas meja dan kursi tersusun rapi, tetapi di lantai masih ada barang-barang yang tidak tertata rapi. Luas ruangan tidak memadai untuk menampung barang-barang keperluan laboratorium yang sangat banyak. Perluasan ruangan laboratorium perlu dilakukan untuk mengendalikan hal tersebut.



Gambar 6.6 Meja dan Kursi di Laboratorium

f. Lantai dan bangku secara keseluruhan tertata dengan rapi dan bersih. Di Tidak ada barang-barang yang berserakan secara tidak teratur di atas lantai tempat praktikum. Namun, di dekat tempat penyimpanan bahan kimia dan *gas cylinder* terdapat kardus, botol-botol bahan kimia, dan barang lainnya yang tergeletak tidak beraturan sehingga menimbulkan kesan tidak rapi. Penambahan rak penyimpanan bahan kimia perlu dilakukan agar tidak ada botol-botol bahan kimia yang berserakan di lantai.

Setiap ruang jalan antar meja dan jalan keluar tidak terhalang apapun. Jarak antar meja tersusun rapi dan jalur jalan di antara meja-meja tersebut bersih dari benda yang berserakan.



Gambar 6.7 Tempat Penyimpanan Gas Cylinder



Gambar 6.8 Tempat Penyimpanan Bahan Kimia 1

g. Akses jalan utama menuju pintu keluar juga tidak terhalang benda apapun. Setiap akses jalan di antara meja-meja praktikum bersih dari sampah atau benda pengganggu lainnya.



Gambar 6.9 Keadaan Akses Jalan Menuju Pintu Keluar Laboratorium

h. Botol/kontainer bahan kimia selalu tersimpan dengan rapi di tempat penyimpanannya, tetapi masih ada botol-botol bahan kimia yang berserakan di lantai dekat lemari penyimpanan. Tempat penyimpanan yang tidak mencukupi kapasitasnya menjadi penyebab dari masalah tersebut. Hal ini harus segera ditindaklanjuti dengan menata ulang area penyimpanan bahan kimia tersebut untuk mencegah terjadinya tumpahan bahan kimia dan pecahnya botol-botol akibat tertendang oleh pengguna laboratorium. Lebih baik dilakukan penggantian lemari bahan kimia dengan ukuran yang lebih besar. Dapat pula melakukan penambahan lemari penyimpanan untuk menampung seluruh kontainer bahan kimia yang ada di lantai.



Gambar 6.10 Tempat Penyimpanan Bahan Kimia 2

- i. Seluruh sistem penerangan bekerja dengan baik. Kualitas dan kuantitas penerangan cukup untuk melakukan aktivitas di laboratorium. Lampu yang ada di laboratorium secara keseluruhan bekerja dengan baik. Pencahayaan yang berasal dari cahaya matahari juga sangat baik dan membantu sistem penerangan yang ada.
- j. Alat penahan yang memadai terdapat pada peralatan yang memiliki bagian yang bergerak. Rak beroda yang berfungsi untuk memindahkan bahan kimia dari suatu tempat ke tempat lain dapat bekerja dengan baik dan memiliki penahan pada rodanya.
- k. Sistem ventilasi pada laboratorium bekerja dengan baik sehingga ruangan tidak terasa pengap. Sirkulasi udara berjalan dengan baik. Ruangan cukup nyaman jika digunakan untuk melakukan praktikum.
- l. Kotak P3K berisi obat-obatan *first aid* tersedia di pojok koridor utama, di luar kedua ruangan laboratorium. Jumlah kotak P3K ialah satu buah. Ketersediaan fasilitas ini dirasa kurang karena hanya terdapat sebanyak satu buah dan terletak di luar ruangan laboratorium. Kotak P3K tersebut hendaknya berada di dalam

masing-masing ruangan laboratorium A dan B. Hal ini dilakukan agar memudahkan akses penggunaan jika terjadi kecelakaan.



Gambar 6.11 Kotak P3K

#### 4. Alat Pelindung Diri (APD)

a. *Safety glasses* dengan *safety shields*, *safety goggles* dan *face shields*, sarung tangan yang resisten terhadap bahan kimia, serta masker tersedia di laboratorium dalam keadaan yang layak pakai. Tempat penyimpanan APD diletakkan di tempat yang strategis. APD diletakkan di dekat tempat pelaksanaan praktikum. Seluruh APD yang tersedia tidak selalu diinspeksi dengan rutin. Akan tetapi, jika ada APD yang sudah rusak atau tidak layak pakai, maka akan segera diganti.

b. Pengguna laboratorium diwajibkan menggunakan sarung tangan khusus bahan kimia saat melakukan praktikum, kemudian melepaskannya saat selesai atau tidak melakukan praktikum.

c. Laboran dan seluruh mahasiswa telah memiliki jas lab masing-masing. Setiap orang yang akan melakukan praktikum di laboratorium wajib

menggunakannya saat melakukan praktikum sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Penulis masih menemukan beberapa mahasiswa yang tidak menggunakan APD seperti jas lab dan sarung tangan saat melakukan praktikum menggunakan bahan kimia berbahaya. Kurangnya kesadaran dari beberapa mahasiswa ini menunjukkan masih kurangnya informasi mengenai pentingnya keselamatan saat bekerja di laboratorium. Hal ini dapat dikendalikan dengan melakukan pengarahan keselamatan setiap akan memulai praktikum.

## **5. Pencegahan dan Pengendalian Kebakaran**

a. Laboran dan pengguna laboratorium mengetahui lokasi terdekat dari alat pemadam api/APAR dan alarm kebakaran. Pihak laboratorium menekankan agar para pengguna laboratorium mengetahui lokasi dari peralatan darurat yang penting, salah satunya ialah alat pemadam api.

b. Laboran terlatih dalam menggunakan APAR, tetapi tidak semua pengguna laboratorium dapat menggunakannya dengan baik dan benar. Hal ini terjadi karena tidak ada pelatihan pengendalian kebakaran khusus bagi pengguna laboratorium (mahasiswa). Akan tetapi, ada pula beberapa mahasiswa yang dapat menggunakan APAR dengan mengikuti petunjuk penggunaan yang tertera.

c. Akses menuju alat pemadam api/APAR tidak terhalang apapun. Setiap akses jalan di laboratorium bersih dari benda yang berserakan. Kursi dan meja tersusun secara rapi pada jalurnya.

d. APAR telah diisi ulang dalam 12 bulan terakhir namun tidak pernah dilakukan sertifikasi.

e. APAR dan tombol alarm kebakaran diletakkan di lokasi yang strategis dan mudah dijangkau, tetapi alarm kebakaran yang ada pada laboratorium ini sudah tidak berfungsi. APAR yang disediakan oleh pihak laboratorium hanya satu buah. Penambahan APAR untuk kedua ruangan laboratorium sangat diperlukan untuk

mengantisipasi rusaknya APAR atau kejadian kebakaran yang lebih besar. Alarm kebakaran harus segera diperbaiki dan ditambahkan alarm kecelakaan. Jika terjadi kecelakaan, saksi mata dapat menekan tombol alarm kecelakaan tersebut untuk memberitahu pengguna laboratorium yang lain dan petugas *safety*. Pengeras suara dan lampu pemberitahuan alarm kebakaran dan kecelakaan hendaknya dipasang di ruangan kepala petugas *safety* dan kepala laboratorium agar dapat lebih cepat melakukan pengendalian.

f. Material yang bersifat *combustible* dijauhkan (maksimal 10 kaki) dari area api terbuka.



Gambar 6.12 APAR

## 6. *Eyewash/Shower Darurat*

Laboratorium Dasar Proses Kimia hanya menyediakan *shower* darurat. *Eyewash* darurat yang khusus dan tersendiri tidak disediakan. Membasuh mata saat terjadi keadaan darurat biasanya hanya menggunakan air dari *shower* darurat atau bak cuci. *Shower* darurat bekerja dengan baik dan tidak tersumbat. Laboran dan pengguna laboratorium mengetahui lokasi *shower* darurat. Lokasi *shower*

darurat sangat strategis dan mudah ditemui. Lokasi tersebut telah diberi tanda yang memberitahukan bahwa tempat tersebut ialah *shower* darurat. Akses jalan menuju *shower* darurat tidak terhalang benda apapun. Kekurangan dari fasilitas ini ialah *shower* darurat tidak diperiksa dan dibersihkan secara rutin. Keadaan dari *shower* darurat tersebut kotor dan ada benda-benda yang tidak diperlukan (seperti botol bekas penyimpanan bahan kimia, corong, dan lainnya) di tempat tampung airnya. Hal ini terjadi karena tidak adanya kegiatan inspeksi rutin.



Gambar 6.13 *Shower* Darurat

## 7. Pencegahan dan Pengendalian Tumpahan Bahan Kimia

a. Dokumen SOP khusus mengenai pencegahan dan pengendalian tumpahan bahan kimia tidak tersedia di laboratorium. Laboran menyatakan telah mengetahui dan memahami SOP tentang pencegahan dan pengendalian tumpahan bahan kimia dari pendidikan dan pelatihan yang telah ia dapatkan sebelumnya. Hal ini tidak dapat menjadi alasan untuk tidak menyediakan SOP pencegahan dan pengendalian tumpahan bahan kimia. Pengguna laboratorium juga harus mengetahui tata cara

pencegahan dan pengendalian kejadian tumpahan bahan kimia. Informasi mengenai hal tersebut didapatkan dari adanya SOP, dengan begitu jika terjadi tumpahan maka pengguna laboratorium dapat langsung mengendalikannya tanpa harus menunggu penanganan dari laboran.

b. *Spill kits* khusus untuk menangani tumpahan bahan kimia tidak tersedia. Laboran mengatasi terjadinya tumpahan bahan kimia dalam skala kecil dengan menggunakan peralatan rumah tangga biasa seperti lap. Laboran melakukan pengendalian tumpahan dalam skala besar dengan menggunakan alat atau bahan khusus seperti pasir zeolit untuk mengabsorpsi zat kimia yang tumpah.

Ketersediaan *spill kits* di laboratorium merupakan hal yang sangat penting karena sebagian besar bahan kimia yang digunakan di laboratorium ini berwujud cair. Kejadian tumpahan zat cair bukan merupakan hal yang jarang terjadi. Tumpahan sekecil apapun akan dapat berdampak buruk bagi kesehatan dan keselamatan pengguna laboratorium karena bahan kimia tersebut tergolong berbahaya. Oleh karena itu sebaiknya pengguna laboratorium mendapatkan pengarahan ataupun pelatihan mengenai pencegahan dan pengendalian tumpahan bahan kimia. *Spill kits* jugadiusahakan selalu tersedia di laboratorium dengan lokasi yang mudah dijangkau, dengan begitu pengguna laboratorium tidak harus menunggu penanganan dari laboran jika terjadi tumpahan bahan kimia.

c. Laboran dan pengguna laboratorium mengetahui lokasi *emergency assembly*. Setiap pintu laboratorium tertera tanda jalan darurat. Tanda ini selanjutnya akan menuntun yang membacanya menuju ke *emergency assembly*. Setiap pengguna laboratorium akan mengetahui lokasi *emergency assembly* jika mengikuti petunjuk dari tanda tersebut

## **8. Penanganan dan Penyimpanan Bahan Kimia**

a. SOP khusus mengenai penanganan dan penyimpanan bahan kimia tidak terdapat di laboratorium. Laboran/teknisi laboratorium telah mengetahui dan memahami dengan baik mengenai penanganan dan penyimpanan bahan kimia. Penanganan dan penyimpanan bahan kimia di Laboratorium Dasar Proses Kimia

dilakukan dengan sangat baik walaupun tidak memiliki SOP tersebut. Setiap bahan kimia tersimpan secara teratur sesuai standar yang berlaku.

b. Laboran telah mendapat pelatihan dan pendidikan mengenai cara penanganan bahan kimia dengan aman, sedangkan pengguna laboratorium mendapat pengarahan sebelum melakukan praktikum untuk menangani bahan kimia dengan aman dari laboran.

c. Bahan kimia cair bersifat *flammable* yang disimpan di dalam *flammable liquid storage cabinet* jumlahnya tidak melebihi batas 60 gal. Di dalam tempat penyimpanan bahan kimia terdapat 90 botol bahan kimia cair yang bersifat *flammable*. Setiap botol kira-kira memiliki volume 2,5 liter.

d. Bahan kimia cair bersifat *flammable* yang disimpan di luar *flammable liquid storage cabinet* jumlahnya kurang dari 10 gal.

e. Bahan kimia pengoksidasi dipisahkan dari bahan kimia solven dan bahan kimia *flammable*.

f. Bahan kimia *flammable* dijauhkan dari panas dan sumber nyala api.

g. Bahan kimia yang bersifat asam dipisahkan dengan yang bersifat basa.

h. Material *volatile* selalu digunakan di dalam *fume hood*.

i. Area penyimpanan dan bahan kimia sudah terlabel tetapi belum baik. Ada beberapa label yang sudah rusak dan belum lengkap informasinya. Label tersebut tidak mencantumkan jenis bahan kimia yang disimpan dalam area penyimpanan tersebut. Botol/kontainer bahan kimia sudah terlabel namun belum baik. Label tersebut sudah berisi nama bahan kimia dan hazard bahan kimia yang tersimpan di dalam botol/kontainer. Label sebagian besar dalam keadaan baik dan mudah dibaca, namun ada beberapa yang sudah rusak dan tidak dapat dibaca dengan baik. Botol/kontainer bahan kimia sebagian besar dalam keadaan baik, namun ada beberapa yang sudah harus diganti. Laboratorium Dasar Proses Kimia pernah

mengalami kasus botol kontainer bahan kimia pecah karena sudah lama tidak diganti.

Inventarisasi bahan kimia dan inspeksi berkala perlu dilaksanakan untuk memperbaiki kekurangan yang telah disebutkan di atas. Pemantauan secara rutin dapat menghindari masih digunakannya label, peralatan, atau fasilitas yang telah rusak. Dokumen hasil inventarisasi dan inspeksi perlu disimpan dengan rapi serta teratur agar memudahkan proses pemantauan kinerja program keselamatan oleh pihak manajemen atas. Dokumen tersebut juga dapat memudahkan komunikasi dengan pihak manajemen atas dalam hal pengendalian yang akan dilakukan serta komunikasi dengan pengguna laboratorium mengenai kewaspadaan dalam bekerja.

j. Botol/kontainer bahan kimia dalam keadaan tertutup (*capped/sealed*) dengan baik.

k. “*Clean Area*” terlabel dengan baik. Tanda larangan untuk membawa makanan dan minuman ke dalam laboratorium tertera pada pintu laboratorium.

l. Lemari pendingin bahan kimia telah terjamin kualitasnya dan terlabel dengan baik. Label yang memberitahukan peringatan bahaya, keadaan di dalamnya, serta peringatan bahwa lemari pendingin itu hanya untuk menyimpan bahan kimia tertera pada bagian pintunya.

m. Tempat penyimpanan bahan kimia *flammable* telah terjamin kualitasnya dan terlabel dengan baik.

n. *Free standing flammable cabinet* berjarak lebih 3 meter dari pintu dan 3 meter dari sumber nyala api.

## 9. Elektrikal

Kabel yang digunakan di laboratorium ialah kabel permanen. Pihak laboratorium selalu berusaha meminimalisasi penggunaan kabel ekstensi. Laboran yang bekerja di tempat tersebut menyatakan, kabel ekstensi hanya digunakan

hanya jika benar-benar dibutuhkan. Kabel yang dipakai tersusun rapi dan tidak ada kabel yang kusut. Kabel listrik yang digunakan di laboratorium masih dalam keadaan yang baik dan layak untuk digunakan. Kabel tersebut tidak sobek, rusak, ataupun terbuka. Semua peralatan yang menggunakan atau berhubungan dengan listrik terletak/menyentuh lantai atau meja.

#### **10. Fume Hood**

*Fume hood* terdapat di lokasi yang tepat. Letak *fume hood* berada di ujung laboratorium bagian kiri dekat dengan *shower* darurat dan tempat penyimpanan bahan kimia. *Fume hood* tidak diinspeksi secara teratur. Kecepatan pada permukaan *hood* telah dicek dalam 12 bulan terakhir. *Exhaust slots* pada *hood* tidak terhalang benda apapun. *Sash* terdapat di tempat yang tepat dan berfungsi dengan baik. Lampu *fluorescent* pada alat tersebut juga berfungsi dengan baik. Kuantitas dan kualitas penerangan yang digunakan ketika bekerja/melakukan praktikum pada *fume hood* tergolong baik. Kontainer dengan bahan kimia *volatile* yang akan digunakan untuk praktikum dalam keadaan tertutup (*capped*) dengan baik.

#### **11. Gas Cylinder**

Seluruh *gas cylinder* dikendalikan dan bekerja dengan baik. *Gas cylinder* tidak berada di dalam laboratorium, tetapi di ruang sebelah laboratorium. *Gas cylinder* diinspeksi secara berkala namun tidak didokumentasikan hasilnya. *Gas cylinder* dimatikan jika tidak digunakan. *Gas cylinder* juga terlabel dengan baik.

#### **12. Pelaksanaan Program Keselamatan**

a. Inspeksi laboratorium tidak dilakukan secara berkala. Inspeksi laboratorium hanya dilakukan ketika terjadi suatu kecelakaan. Inspeksi yang rutin/berkala tidak dilakukan karena belum ada program khusus keselamatan laboratorium.

b. Program *safety audit* tidak dilaksanakan secara berkala. *Safety audit* hanya dilakukan sebanyak satu kali ketika laboratorium baru didirikan.

c. Pelaporan kejadian *accident* dan *near-miss* belum dijalankan baik. Jika terjadi *accident* ataupun *near-miss* di laboratorium, maka asisten laboratorium ataupun saksi mata yang melihat kejadian akan melaporkannya kepada laboran. Selanjutnya, laboran akan melaporkannya ke pihak departemen. Pihak departemen kemudian akan melakukan tindak lanjut dari kejadian tersebut. Sistem pelaporan *accident* ataupun *near-miss* tidak menggunakan formulir khusus dan tidak didokumentasikan.

d. Penilaian dan peninjauan ulang risiko kesehatan dan keselamatan kegiatan praktikum telah dilaksanakan. Kegiatan ini dilakukan sebanyak satu kali sewaktu laboratorium baru didirikan. Akan tetapi, hasil dari kegiatan ini tidak didokumentasikan sehingga tidak ada dokumen tertulis yang berisi hazard apa saja yang terdapat di laboratorium tersebut.

e. Program manajemen krisis telah dilaksanakan tetapi belum secara keseluruhan. Lembar prosedur keselamatan yang berisi informasi tentang apa saja hal-hal yang harus dilakukan oleh pengguna laboratorium ketika terjadi suatu keadaan darurat seperti kebakaran, keracunan, terluka, atau gempa bumi telah tertera di jendela kaca laboratorium. Lembaran tersebut juga mencantumkan nomor kontak yang dapat dihubungi ketika terjadi keadaan darurat.

Salah satu cara melakukan inspeksi ialah dengan melaksanakan audit menyeluruh baik oleh pihak manajemen laboratorium sendiri maupun oleh pihak luar. Hal ini dilakukan untuk mengoreksi setiap hazard dan risiko yang ada di laboratorium tersebut. Pendokumentasian hasil audit untuk selanjutnya ditinjau ulang maksimal setiap tiga tahun sekali juga dilaksanakan setelahnya. (*National Research Council of The National Academies*, 2010)

## 6.2.2 Penilaian Risiko

Penilaian risiko pada Laboratorium Dasar Proses Kimia pernah dilakukan ketika laboratorium tersebut baru dibangun, namun pada saat itu tidak dilakukan pendokumentasian hasil dari kegiatan tersebut. Hal ini menyebabkan laboratorium

ini tidak memiliki dokumen tertulis mengenai informasi hazard dan risiko apa saja yang terdapat di laboratorium tersebut. OSHA *Laboratory Standard* dan publikasi ACS mengenai keselamatan laboratorium menyatakan bahwa setiap laboratorium harus melakukan penilaian risiko pada saat pertama kali akan difungsikan. Hasil penilaian risiko tersebut selanjutnya harus didokumentasikan dan ditentukan program pengendaliannya. Hasil kegiatan tersebut selanjutnya diinformasikan kepada para pengguna laboratorium untuk meningkatkan kewaspadaan saat bekerja. Penilaian risiko juga harus ditinjau ulang ketika terdapat peralatan/bahan kimia/langkah kerja yang baru sehingga dapat ditentukan pengendalian lebih lanjutnya.

Penulis melakukan penilaian risiko dari seluruh kegiatan praktikum yang dilakukan di Laboratorium Dasar Proses Kimia. Penilaian risiko yang dilakukan yaitu menggunakan metode *Task Risk Assessment* (TRA). Praktikum yang dilakukan di Laboratorium Dasar Proses Kimia terdiri dari empat jenis, yaitu :

1. Kimia Dasar, terdiri dari 7 percobaan, yaitu :
  - Pengertian sifat fisika dan kimia
  - Pemisahan dan pemurnian zat
  - Identifikasi ion-ion logam alkali, alkali tanah, dan ion ammonium
  - Identifikasi ion sulfat, iodide, bromide, dan nitrat
  - Titrasi asam basa
  - Reaksi logam dengan asam
  - Air kristal
  
2. Kimia Organik, terdiri dari 6 percobaan, yaitu :
  - Hidrokarbon
  - Alkohol
  - Lemak, minyak, sabun dan deterjen
  - Penentuan kandungan klorofil dalam daun tumbuhan hijau
  - Penentuan kandungan protein
  - Penentuan tingkat keasaman minyak goreng

3. Kimia Fisika, terdiri dari 9 percobaan, yaitu :
  - Adsorpsi isotermis
  - Distilasi atau penyulingan
  - Pengaruh konsentrasi dan suhu pada laju reaksi
  - Sistem zat cair tiga komponen
  - Tegangan permukaan
  - Kenaikan titik didih
  - Volume molal parsial
  - Tetapan kesetimbangan
  - Penentuan berat molekul berdasarkan pengukuran massa jenis gas
4. Kimia Analitik, terdiri dari 6 percobaan, yaitu :
  - Analisis gravimetri
  - Analisis volumetri
  - Metoda potensiometri
  - Spektrofotometri sinar tampak
  - Metoda konduktometri
  - Khromatografi gas

Peralatan yang digunakan untuk praktikum :

- |   |                                  |
|---|----------------------------------|
| - Bunsen/Lampu alkohol                                | - Pengaduk                       |
| - Penjepit tabung reaksi                              | - Kaca arloji                    |
| - Labu/Gelas ukur 10 ml, 25 ml, 50 ml, 100 ml, 250 ml | - Timbangan                      |
| - Tabung reaksi 10 x 75 mm, 16 x 150 mm, dan rak nya  | - Sentrifuge                     |
| - Pipet ukur, pipet tetes, dan Pipet volum            | - Buret, klem, dan statif        |
| - Corong kaca   | - Labu Erlenmeyer 100 ml, 250 ml |
| - Gelas beaker 100 ml, 250 ml                         | - Kertas pH/pH universal         |
| - Botol cuci  | - Kertas lakmus                  |
| - Kertas saring                                       | - Indikator <i>methyl orange</i> |
| - Cawan porselin, penguap                             | - Acetylene generator            |
|   | - Peralatan refluks              |
|   | - <i>Glass stirring rod</i>      |
|   | - <i>Vortexer</i>                |

- Kuvet kaca
- Spektrofotometer
- Botol aquades
- Oven pengering
- Labu destilasi 500 ml
- Kondenser
- Termometer
- Pemanas (*Heating mantle*)
- Stop Watch
- Neraca
- Pipa kapiler
- Alat berat tetes
- Mikrometer atau Mistar ukur geser
- Piknometer
- Gelas piala
- Alumunium foil
- Karet gelang
- Jarum
- Desikator
- Buret
- Indikator Eriochrom Black T
- pH meter
- Elektroda pH (glass)
- Elektroda referensi (SCE atau Ag/AgCl) atau kombinasi elektroda pH
- Konduktometer dg detektor nol "magic eye"
- Meter/digital readout
- Sel konduktometri
- Khromatografi gas dengan rekorder
- Tangki gas helium dan pengatur tekanan
- Suntikan
- Pengukur laju alir

Bahan kimia yang digunakan untuk praktikum di Laboratorium Dasar Proses Kimia antara lain:

- Cu
- Zn
- Mg
- Fe
- Al
- $\text{CaCO}_3$
- $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$
- KOH
- $\text{H}_2\text{SO}_4$
- NaOH
- $\text{CH}_3\text{COOH}$
- $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- HCl
- Metanol
- Benzena
- Toluena
- Eter
- $\text{CaCO}_3$
- $\text{KNO}_3$

- $\text{Na}_2\text{SO}_4$
- Natrium Cobalt Nitrit
- $\text{Al}(\text{OH})_3$
- KCNS
- $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$
- $\text{NH}_4\text{Cl}$
- $\text{BaCl}_2$
- $\text{Fe}_2\text{O}_3$
- $\text{K}_2\text{CrO}_4$
- $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$
- $\text{CaCl}_2$
- $\text{NH}_4\text{Cl}$
- $\text{CH}_3\text{COONH}_4$
- $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$
- $\text{NH}_4\text{OH}$
- $\text{KNO}_3$
- $\text{BaCl}_2$
- spiritus
- alkohol
- aseton
- $\text{BaCl}_2$
- $\text{FeCl}_3$
- $\text{CCl}_4$
- $\text{FeSO}_4$
- $\text{HNO}_3$
- $\text{CH}_3\text{COOH}$
- $\text{BaOH}_2$
- $\text{Mg}(\text{OH})_2$
- karbon tetraklorida
- bromin
- potasium permanganat
- kalsium karbida
- Metanol
- 1-propanol
- 2-propanol
- 1-butanol
- 2-butanol
- 2-metil-2-propanol
- 1-pentanol
- 1-oktanol
- $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
- Potassium iodide
- Heksana
- Besi (III) klorida
- Ammonium molybdate
- Asam nitrat
- Bovine Serum Albumin (BSA)
- $\text{Na}_2\text{CO}_3$
- NaK Tartrate
- $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
- Folin-Phenol
- Kloroform
- Asam asetat glasial
- NaCl

- KCl
- $\text{CHCl}_3$
- $\text{HNO}_3$
- $\text{AgNO}_3$
- $\text{BaCl}_2$
- $\text{HNO}_3$
- $\text{NH}_4\text{NO}_3$
- $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
- $\text{Na}_2\text{CO}_3$
- $\text{KMnO}_4$
- KI
- Amilum
- $\text{CuSO}_4$
- $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$
- HOAc

Bahan kimia yang digunakan tersebut memiliki sifat dan hazard yang berbeda-beda. Penulis mengelompokkan bahan-bahan kimia tersebut sesuai dengan sifat kimia yang umumnya terdapat pada bahan-bahan tersebut agar memudahkan pembuatan TRA, yaitu menjadi:

1. Bahan kimia bersifat *flammable/combustible*
2. Bahan kimia bersifat eksplosif
3. Bahan kimia bersifat toksik
4. Bahan kimia bersifat korosif
5. Bahan kimia bersifat iritan
6. Bahan kimia yang menyebabkan bahaya kesehatan kronik
7. Bahan kimia peroksida

TRA yang penulis buat terdiri dari seluruh langkah kerja (*task*) yang tercakup dalam praktikum di Laboratorium Dasar Proses Kimia. Setiap penggunaan bahan kimia dan peralatan praktikum dilakukan penilaian risikonya. Penentuan pengendalian risiko dilakukan berdasarkan apa yang ada di Laboratorium Dasar Proses Kimia. Besar risiko ditentukan sesuai dengan metode penilaian risiko semi kuantitatif dari *Step Change in Safety*.

**TABEL TASK RISK ASSESSMENT**

**Ket:**

**S = Severity (Tingkat Keparahan)**

**L = Likelihood (Tingkat Kemungkinan)**

Tabel 6.1 Hasil *Task Risk Assessment*

Langkah Kerja	Hazard dan Efek	Penilaian Awal			Pengendalian yang Ada	Penilaian Akhir		
		S	L	R		S	L	R
Mengambil atau merapikan bahan kimia di tempat penyimpanan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Terjadi tumpahan bahan kimia karena tergelincir, tersandung, terjatuh, terpeleset</li> </ul>	2	2	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pelaksanaan <i>housekeeping</i></li> </ul>	2	1	2
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kulit terluka karena terkena percikan/tumpahan bahan kimia</li> </ul>	3	2	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jas lab</li> <li>APD sarung tangan khusus bahan kimia</li> <li>Obat P3K</li> </ul>	3	1	3
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mata terkena percikan bahan kimia</li> </ul>	4	2	8	<ul style="list-style-type: none"> <li>APD <i>safety google/glasses</i></li> </ul>	4	1	4

Universitas Indonesia

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kulit terluka karena tergores botol/kontainer bahan kimia</li> </ul>	2	2	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penggunaan APD sarung tangan</li> <li>• Obat P3K</li> </ul>	1	1	1
Menyiapkan (mengambil dan merapikan) peralatan untuk praktikum	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tergores peralatan kaca/gelas/benda tajam, tergelincir, terjatuh</li> </ul>	2	3	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obat P3K</li> </ul>	1	3	3
Memasukkan/memindahkan bahan kimia yang bersifat mudah terbakar ( <i>flammable /combustible</i> ) dari botol/kontainernya ke dalam tabung reaksi/wadah lainnya	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terjadi kebakaran karena bahan kimia tersulut sumber panas/api terbuka/aliran listrik</li> </ul>	4	3	12	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APAR</li> <li>• MSDS</li> </ul>	3	2	6
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terbakar/meledak karena tercampur bahan kimia pengoksidasi</li> </ul>	4	3	12	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APAR</li> <li>• MSDS</li> </ul>	3	2	6

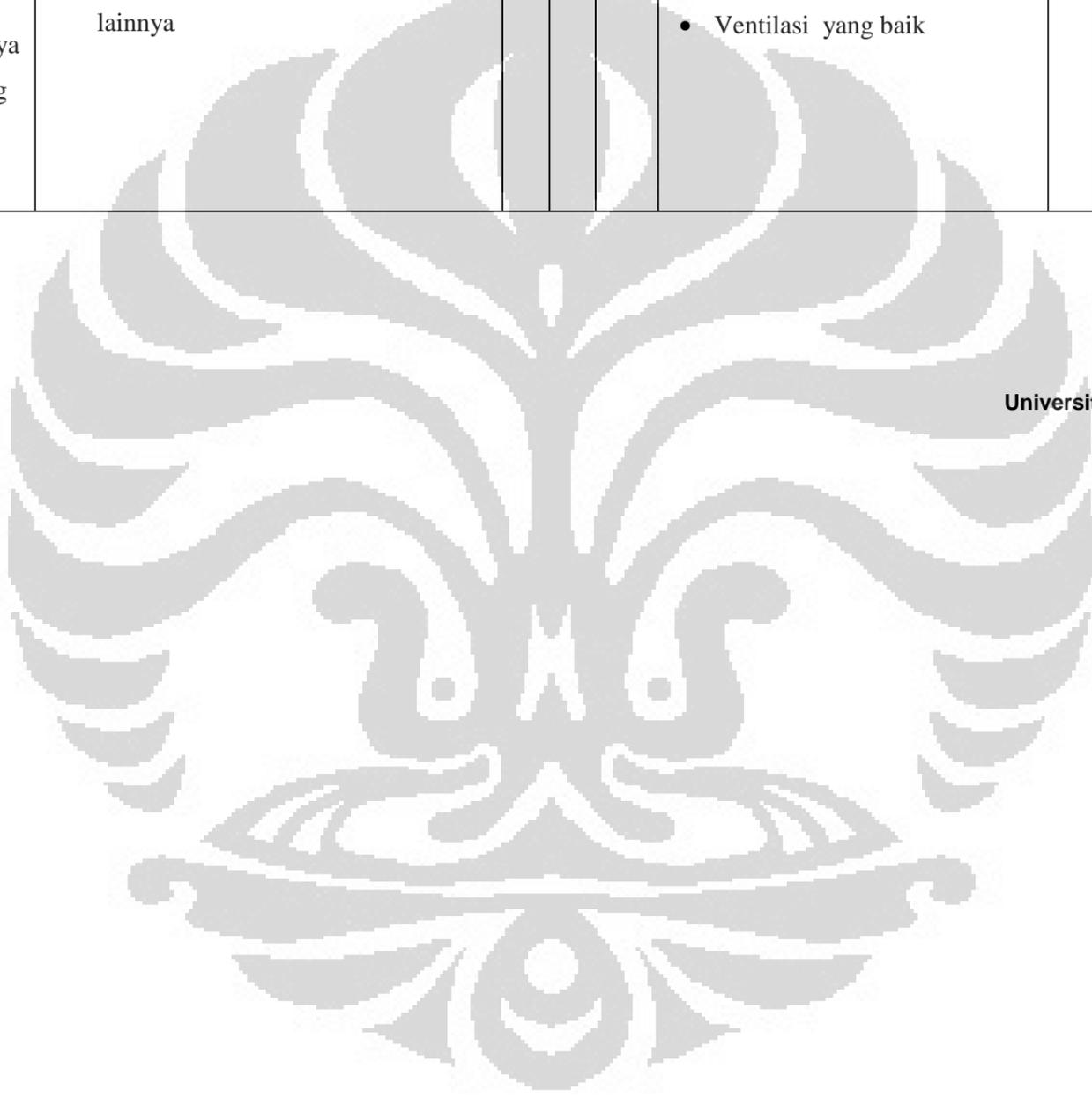
Memasukkan/memindahkan bahan kimia yang bersifat <i>explosive</i> dari botol/kontainernya ke dalam tabung reaksi/wadah lainnya	<ul style="list-style-type: none"> <li>Meledak karena tercampur bahan kimia pengoksidasi/tersulut sumber api terbuka</li> </ul>	4	3	12	<ul style="list-style-type: none"> <li>APAR</li> <li>MSDS</li> </ul>	3	2	6
Memasukkan/memindahkan bahan kimia yang bersifat toksik dari botol/kontainernya ke dalam tabung reaksi/wadah lainnya	<ul style="list-style-type: none"> <li>Terhirup gas/uap nya sehingga menyebabkan keracunan dan iritasi hidung &amp; organ pernafasan</li> </ul>	3	3	9	<ul style="list-style-type: none"> <li>APD masker</li> <li>Ventilasi yang baik</li> </ul>	3	1	3
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mata terkena percikan bahan kimia sehingga terjadi kebutaan</li> </ul>	4	2	8	<ul style="list-style-type: none"> <li>APD <i>safety google/ glasses</i></li> </ul>	4	1	4
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Terluka karena kulit terkena percikan/tumpahan bahan kimia</li> </ul>	3	3	9	<ul style="list-style-type: none"> <li>APD sarung tangan khusus bahan kimia</li> <li>Jas lab</li> <li>Obat P3K</li> <li><i>Shower</i> darurat</li> </ul>	2	2	4

Universitas Indonesia

Memasukkan/memindahkan bahan kimia yang bersifat korosif dari botol/kontainernya ke dalam tabung reaksi/wadah lainnya	• Terkena percikan/tumpahan bahan kimia pada mata sehingga terjadi kebutaan/cacat mata	4	2	8	• APD <i>safety google/ glasses</i>	4	1	4
	• Terkena percikan/tumpahan bahan kimia pada kulit sehingga terluka/terbakar/cacat	3	3	9	• APD sarung tangan khusus bahan kimia • Jas lab • Obat P3K • <i>Shower</i> darurat	2	2	4
	• Terhirup gas/uap nya sehingga menyebabkan keracunan dan iritasi hidung & organ pernafasan	3	3	9	• APD masker • Ventilasi yang baik	3	1	3
Memasukkan/memindahkan bahan kimia yang bersifat iritan dari botol/kontainernya ke dalam tabung reaksi/wadah	• Terkena percikan/tumpahan bahan kimia pada mata sehingga terjadi kebutaan/cacat mata	4	2	8	• APD <i>safety google/ glasses</i>	4	1	4
	• Terkena percikan/tumpahan bahan kimia pada kulit sehingga terluka/terbakar/cacat	3	3	9	• APD sarung tangan khusus bahan kimia • Jas lab • Obat P3K	2	2	4

Universitas Indonesia

lainnya					• <i>Shower</i> darurat			
	• Terhirup gas/uap nya sehingga menyebabkan keracunan dan iritasi hidung & organ pernafasan	3	3	9	• APD masker • Ventilasi yang baik	3	1	3
Memasukkan/memindahkan bahan kimia yang dapat menyebabkan bahaya kesehatan kronik dari botol/kontainernya ke dalam tabung reaksi/wadah lainnya	• Terhirup gas/uap nya sehingga menyebabkan keracunan/kanker/penyakit kronik lainnya	4	1	4	• MSDS • APD masker • Ventilasi yang baik	3	1	3


 Universitas Indonesia

Memasukkan/memindahkan bahan kimia yang bersifat/dapat menjadi peroksida dari botol/kontainernya ke dalam tabung reaksi/wadah lainnya	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terbakar/meledak karena tercampur bahan kimia yang bersifat mudah terbakar</li> </ul>	4	3	12	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MSDS</li> <li>• APAR</li> </ul>	3	2	6
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terbakar/meledak karena gesekan/panas/cahaya/benturan</li> </ul>	4	4	16	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MSDS</li> <li>• APAR</li> </ul>	3	3	9
Bekerja dengan/menggunakan bahan kimia berupa debu, gas, uap, dan <i>volatile</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terhirup sehingga mengalami keracunan atau iritasi sistem pernafasan</li> </ul>	3	4	12	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Fume hood</i></li> <li>• APD masker</li> <li>• MSDS</li> </ul>	3	2	6
Mencampur zat kimia dalam tabung reaksi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terjadi ledakan karena salah mencampur bahan kimia</li> </ul>	4	2	8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MSDS</li> <li>• APAR</li> </ul>	4	1	4
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menghasilkan uap/gas toksik lalu terhirup</li> </ul>	3	2	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APD masker</li> <li>• Ventilasi yang baik</li> </ul>	3	1	3

Universitas Indonesia

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kulit terkena percikan/tumpahan bahan kimia iritan/korosif</li> </ul>	3	3	9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APD sarung tangan khusus bahan kimia</li> <li>• Jas lab</li> <li>• Obat P3K</li> <li>• <i>Shower</i> darurat</li> </ul>	2	2	4
Meneteskan zat kimia ke dalam tabung reaksi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terkena tetesan bahan kimia pada kulit</li> </ul>	3	3	9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APD sarung tangan khusus bahan kimia</li> <li>• Jas lab</li> <li>• Obat P3K</li> <li>• <i>Shower</i> darurat</li> </ul>	2	2	4
Mencampur dua atau lebih zat kimia dalam tabung reaksi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terjadi ledakan karena pencampuran zat yang tidak kompatibel</li> </ul>	4	3	12	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MSDS</li> <li>• APAR</li> </ul>	3	2	6
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menimbulkan uap/gas beracun lalu terhirup sehingga keracunan/iritasi sistem pernapasan</li> </ul>	3	3	9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APD masker</li> <li>• MSDS</li> <li>• Ventilasi yang baik</li> </ul>	2	2	4
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terjadi percikan zat kimia lalu mengenai mata sehingga terjadi kebutaan</li> </ul>	4	2	8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APD <i>safety google/glasses</i></li> </ul>	4	1	4

Universitas Indonesia

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tangan terluka terkena percikan bahan kimia</li> </ul>	3	3	9	<ul style="list-style-type: none"> <li>APD sarung tangan khusus bahan kimia</li> <li>Jas lab</li> <li>Obat P3K</li> <li>Shower darurat</li> </ul>	2	2	4
Menyalakan bunsen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Terjadi kebakaran/ledakan karena bahan bakarnya tersulut sumber api terbuka</li> <li>Tangan/pakaian terbakar api penyulut</li> </ul>	4	2	8	<ul style="list-style-type: none"> <li>APAR</li> <li>SOP Praktikum</li> <li>Obat P3K</li> </ul>	3	1	3
Memanaskan bahan kimia berbentuk kawat pada nyala bunsen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tangan terbakar api bunsen</li> </ul>	3	2	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>Obat P3K</li> <li>APD sarung tangan</li> </ul>	2	1	2
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Terjadi kebakaran karena bahan bakar bunsen tersulut sumber api terbuka</li> </ul>	4	2	8	<ul style="list-style-type: none"> <li>APAR</li> </ul>	3	1	3
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bahan kimia terpercik ke mata</li> </ul>	4	3	12	<ul style="list-style-type: none"> <li>APD <i>safety google/ glasses</i></li> </ul>	4	2	8

Universitas Indonesia

Memanaskan bahan kimia dalam tabung reaksi atau gelas <i>beaker</i> pada nyala bunsen	• Tabung reaksi pecah sehingga melukai anggota tubuh	2	2	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APD sarung tangan</li> <li>• APD <i>safety google/ glasses</i></li> <li>• Obat P3K</li> </ul>	1	1	1
	• Terjadi kebakaran karena bahan bakar bunsen tersulut sumber api terbuka	4	2	8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APAR</li> </ul>	3	1	3
	• Bahan kimia tumpah/terpercik dan melukai kulit	3	2	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APD sarung tangan khusus bahan kimia</li> <li>• Jas lab</li> <li>• Obat P3K</li> </ul>	2	1	2
	• Luka bakar akibat terkena panas tabung/gelas	2	2	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APD sarung tangan</li> <li>• Jas lab</li> <li>• Obat P3K</li> </ul>	1	1	1
Memasukkan zat kimia padat pada larutan zat kimia lain	• Mata terkena percikan zat kimia	4	2	8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APD <i>safety google/ glasses</i></li> </ul>	4	1	4
	• Kulit terkena percikan zat kimia	3	3	9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APD sarung tangan khusus bahan kimia</li> <li>• Jas lab</li> <li>• Obat P3K</li> </ul>	2	2	4

Universitas Indonesia

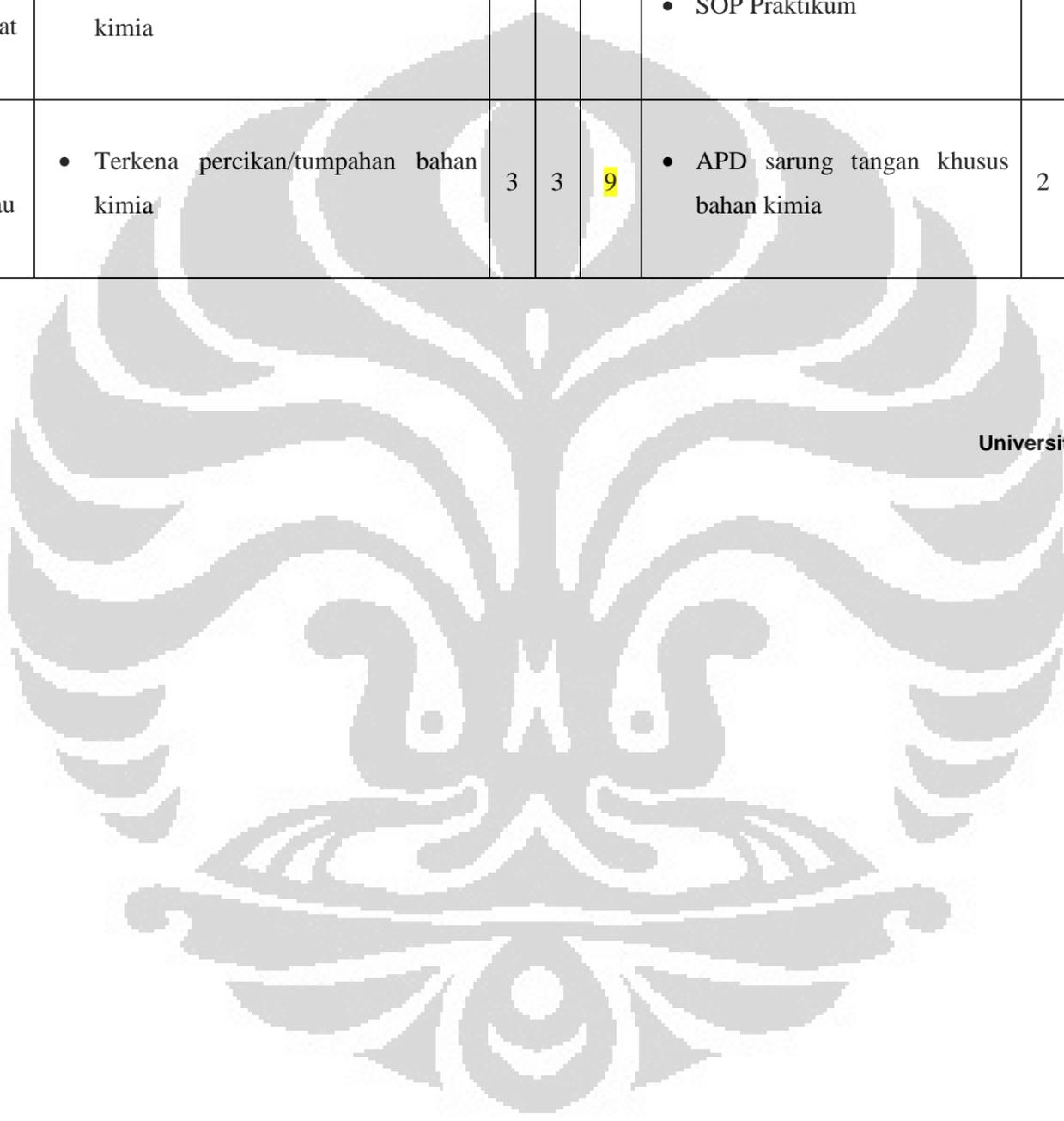
	• Terhirup gas/uap zat kimia berbahaya	3	2	6	• APD masker	3	1	3
Menyaring zat kimia	• Kulit terkena bahan kimia iritan/korosif	3	3	9	• APD sarung tangan khusus bahan kimia • Obat P3K	2	2	4
Menimbang zat kimia	• Kulit terkena bahan kimia iritan/korosif	3	3	9	• APD sarung tangan khusus bahan kimia • Obat P3K	2	2	4
	• Wadah kaca tergelincir dan melukai tangan	2	2	4	• APD sarung tangan • Obat P3K	1	1	1
Membilas zat hasil endapan	• Kulit terkena bahan kimia iritan/korosif	3	3	9	• APD sarung tangan khusus bahan kimia • Obat P3K	2	2	4
Meletakkan gelas arloji berisi air di atas cawan yang berisi zat kimia	• Gelas arloji pecah karena terjatuh/tergelincir	2	2	4	• APD sarung tangan • Obat P3K	1	1	1
	• Zat kimia tumpah/terpercik mengenai kulit	3	2	6	• APD sarung tangan khusus bahan kimia • Jas lab • Obat P3K	2	1	2

Universitas Indonesia

Mendinginkan larutan zat kimia setelah dipanaskan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tangan terkena panas wadahnya</li> </ul>	2	3	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>APD sarung tangan</li> <li>Obat P3K</li> </ul>	1	2	2
Menggunakan kertas lakmus/kertas pH	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tangan terluka terkena bahan kimia</li> </ul>	2	3	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>APD sarung tangan khusus bahan kimia</li> <li>Obat P3K</li> </ul>	1	2	2
Menggunakan alat sentrifuge	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bahan kimia tumpah karena sentrifuge tidak seimbang dan melukai kulit</li> <li>Terluka terkena botol sentrifuge</li> </ul>	2	2	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>APD sarung tangan khusus bahan kimia</li> <li>Obat P3K</li> <li>SOP praktikum</li> </ul>	1	1	1
Memisahkan larutan dan endapannya	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tangan terluka terkena bahan kimia</li> </ul>	3	3	9	<ul style="list-style-type: none"> <li>APD sarung tangan khusus bahan kimia</li> <li>Obat P3K</li> </ul>	2	2	4
Menguapkan larutan zat kimia	<ul style="list-style-type: none"> <li>Terjadi ledakan akibat panas berlebih</li> </ul>	4	2	8	<ul style="list-style-type: none"> <li>APAR</li> <li>MSDS</li> </ul>	3	1	3
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uap toksik terhirup sehingga keracunan</li> </ul>	3	3	9	<ul style="list-style-type: none"> <li>APD masker</li> <li>MSDS</li> </ul>	2	2	4

Universitas Indonesia

Melakukan tes nyala	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kebakaran karena api tersulut bahan kimia lain</li> <li>• Tangan terbakar api nyala</li> </ul>	4	2	8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APAR</li> </ul>	3	1	3
Titration Asam/Basa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terkena percikan/tumpahan bahan kimia saat menggoyang tabung reaksi</li> <li>• Terkena tetesan bahan kimia saat meneteskannya</li> </ul>	3	3	9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APD sarung tangan khusus bahan kimia</li> <li>• Obat P3K</li> </ul>	2	2	4
Menggunakan penjepit kayu untuk memegang tabung reaksi (atau alat lain) berisi zat kimia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kulit tergores karena tabung/penjepit tergelincir</li> <li>• Kulit terkena percikan/tetes bahan kimia</li> </ul>	3	2	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APD sarung tangan khusus bahan kimia</li> <li>• SOP Praktikum</li> </ul>	3	1	3
Mengocok zat kimia dalam tabung reaksi atau wadah lain	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terkena percikan/tumpahan bahan kimia</li> </ul>	3	3	9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APD sarung tangan khusus bahan kimia</li> </ul>	2	3	6


 Universitas Indonesia

Memanaskan zat kimia pada <i>water bath</i>	• Terjadi kebakaran/ledakan akibat bahan kimia tersulut api/korsleting listrik	4	2	8	• APAR • SOP praktikum	3	1	3
	• Terkena luka bakar pada tangan	3	3	9	• APD sarung tangan • Obat P3K	2	2	4
Menggunakan <i>boiling chip</i>	• Terkena luka bakar pada tangan	3	3	9	• APD sarung tangan • Obat P3K	2	2	4
Menggunakan alat refluks	• Terkena luka bakar pada tangan • Tergores labu/gelas kaca yang pecah • Terpercik bahan kimia	3	2	6	• APD sarung tangan khusus bahan kimia • Obat P3K • SOP praktikum • <i>Shower</i> darurat	2	1	2
Menumbuk dengan mortar	• Mata terkena serpihan bahan kimia yang ditumbuk sehingga mengalami kebutaan	4	3	12	• APD <i>safety google/ glasses</i>	4	2	8
	• Debu bahan kimia terhirup sehingga iritasi hidung & sistem pernapasan	3	2	6	• APD masker	3	1	3
	• Tangan terkena bahan kimia yang ditumbuk	3	3	9	• APD sarung tangan khusus bahan kimia	3	2	6

Universitas Indonesia

					• Obat P3K			
Melakukan pencampuran dengan vibrator ( <i>vortex</i> )	• Tangan tergores sisi tajam alat/alat yang pecah	2	3	6	• APD sarung tangan • Obat P3K	1	2	2
	• Tangan terluka karena terpercik bahan kimia	3	3	9	• APD sarung tangan khusus bahan kimia • Obat P3K	3	2	6
Menggunakan spektrofotometer	• Tangan tergores sisi tajam alat/alat yang pecah	2	3	6	• APD sarung tangan • Obat P3K	1	2	2
	• Tangan terluka karena terpercik bahan kimia	3	3	9	• APD sarung tangan khusus bahan kimia • Obat P3K	3	2	6
Menggunakan inkubator	• Terjadi kebakaran/ledakan akibat bahan kimia tersulut api/korsleting listrik	4	2	8	• APAR • SOP praktikum	3	1	3
	• Terkena luka bakar pada tangan	3	3	9	• APD sarung tangan • Obat P3K	2	2	4

Universitas Indonesia

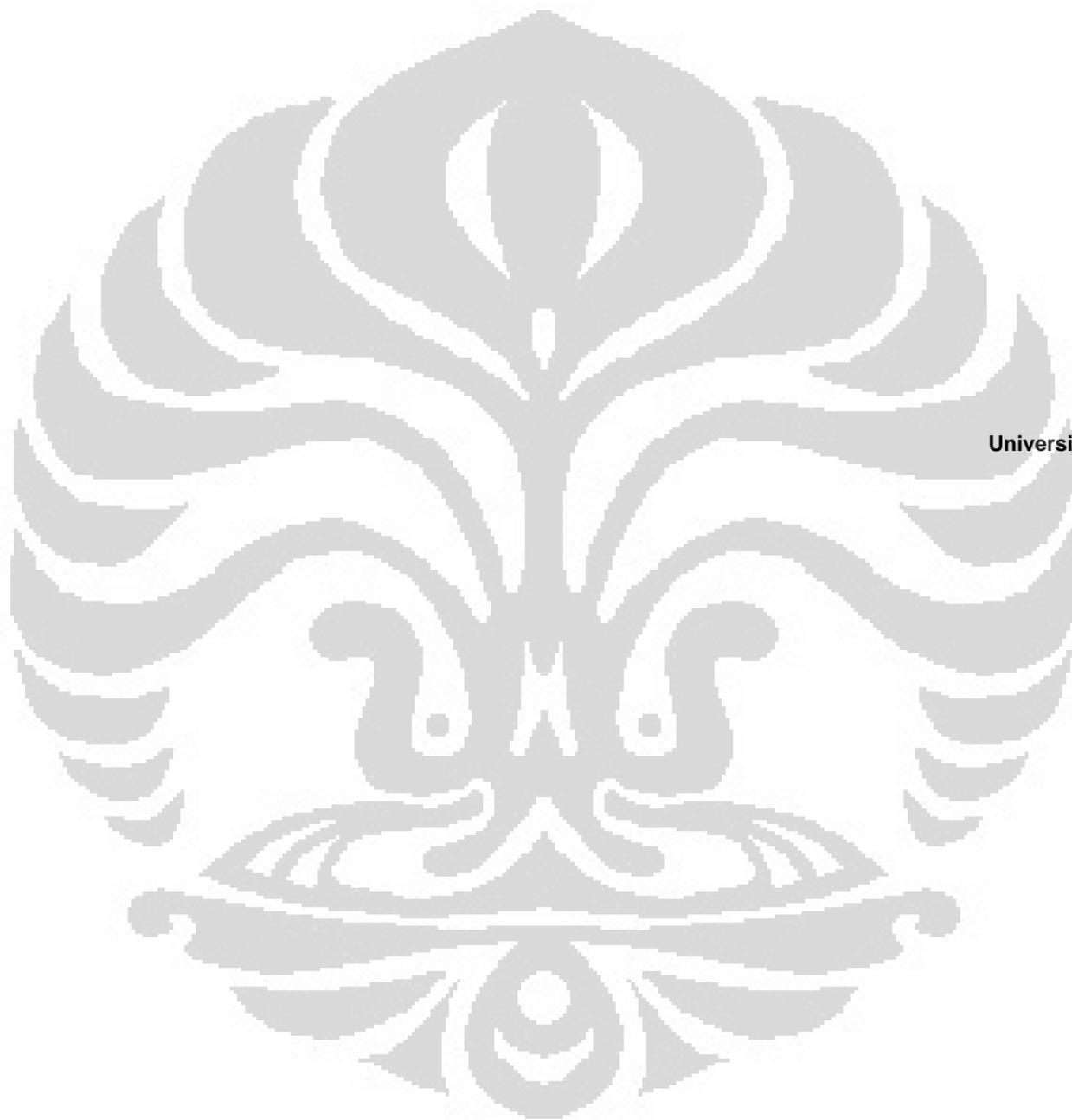
Menggunakan thermometer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermometer pecah dan melukai tangan</li> <li>• Bahan kimia pada thermometer melukai kulit</li> </ul>	3	2	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APD sarung tangan khusus bahan kimia</li> <li>• Jas lab</li> <li>• Obat P3K</li> </ul>	2	1	2
Menggunakan buret	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tangan terluka karena buret pecah</li> </ul>	2	2	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APD sarung tangan khusus bahan kimia</li> <li>• Obat P3K</li> </ul>	1	2	2
Menggunakan penangas air	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terjadi kebakaran/ledakan akibat bahan kimia tersulut api</li> </ul>	4	2	8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APAR</li> <li>• SOP praktikum</li> </ul>	3	1	3
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terkena luka bakar pada tangan</li> </ul>	3	3	9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APD sarung tangan</li> <li>• Obat P3K</li> </ul>	2	2	4
Menggunakan oven	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terjadi kebakaran/ledakan akibat bahan kimia tersulut api/korsleting listrik</li> </ul>	4	2	8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APAR</li> <li>• SOP praktikum</li> </ul>	3	1	3
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terkena luka bakar pada tangan</li> </ul>	3	3	9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APD sarung tangan</li> <li>• Obat P3K</li> </ul>	2	2	4
Mengaduk zat kimia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tangan terluka/terbakar karena terkena percikan bahan kimia</li> </ul>	3	3	9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APD sarung tangan khusus bahan kimia</li> <li>• Obat P3K</li> </ul>	2	2	4

Universitas Indonesia

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mata terkena percikan bahan kimia</li> </ul>	4	2	8	<ul style="list-style-type: none"> <li>APD <i>safety google/glasses</i></li> </ul>	4	1	4
Membuang limbah/sisa bahan kimia	<ul style="list-style-type: none"> <li>Terjadi tumpahan bahan kimia karena tergelincir, tersandung, terjatuh, terpeleset</li> </ul>	2	2	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pelaksanaan <i>housekeeping</i></li> </ul>	2	1	2
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kulit terluka karena terkena percikan/tumpahan bahan kimia</li> </ul>	3	2	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jas lab</li> <li>APD sarung tangan khusus bahan kimia</li> <li>Obat P3K</li> </ul>	3	1	3
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mata terkena percikan bahan kimia</li> </ul>	4	2	8	<ul style="list-style-type: none"> <li>APD <i>safety google/glasses</i></li> </ul>	4	1	4
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Iritasi hidung &amp; sistem pernapasan karena menghirup gas/uap bahan kimia</li> </ul>	3	3	9	<ul style="list-style-type: none"> <li>APD masker</li> <li>Ventilasi yang baik</li> </ul>	3	1	3
Mencuci peralatan gelas praktikum	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tergelincir sehingga peralatan pecah</li> <li>Tangan tergores sisi tajam alat/alat yang pecah</li> </ul>	2	3	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>APD sarung tangan</li> <li>Obat P3K</li> </ul>	1	2	2
Menggunakan <i>gas</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Terjadi ledakan karena tekanan gas</li> </ul>	4	3	12	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perangkat pelepas tekanan</li> </ul>	3	2	8

Universitas Indonesia

<i>cylinder</i>	yang terlalu tinggi, salah cara membuka katup, salah penanganan <i>gas cylinder</i>				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengukur tekanan</li> <li>• Katup</li> <li>• Pipa, tabung, dan fitting</li> <li>• Monitor gas</li> <li>• SOP penggunaan</li> <li>• APAR</li> </ul>			
Menggunakan peralatan yang membutuhkan listrik	• Terjadi kebakaran/ledakan akibat korsleting listrik/terkena bahan kimia	4	3	12	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APAR</li> </ul>	3	3	9
	• Tersetrum	4	3	12	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APD sarung tangan</li> <li>• SOP praktikum</li> </ul>	3	2	6



Universitas Indonesia

Hasil penilaian risiko menggunakan metode *Task Risk Assessment* semi kuantitatif di atas dapat disimpulkan menjadi:

- a. Jumlah langkah kerja yang teridentifikasi dari seluruh praktikum yang dilakukan di Laboratorium Dasar Proses Kimia ialah sebanyak 84 langkah kerja.
- b. Besar risiko akhir dari seluruh langkah kerja sebagian besar berkisar antara 1 sampai 6 (lingkup warna hijau). Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar langkah kerja (*task*) di Laboratorium Dasar Proses Kimia memiliki risiko rendah (*low risk*) dan dirasa aman untuk dilakukan dengan program pengendalian yang ada. Rendahnya besar risiko akhir ini juga menunjukkan bahwa program pengendalian hazard dan risiko yang dilakukan di Laboratorium Dasar Proses Kimia tergolong baik.
- c. Rata-rata besar risiko awal :  $\frac{665}{84} = 7,91 \approx 8$

Besar risiko awal bernilai 8 (lingkup warna kuning), berarti praktikum tersebut memiliki tingkat risiko *medium* (menengah). Praktikum hanya boleh dilakukan dengan otorisasi manajemen atau orang yang profesional (laboran/teknisi laboratorium). Praktikum hanya dapat dilakukan setelah melakukan konsultasi dengan laboran/teknisi laboratorium sebagai orang yang telah ahli dalam menangani berbagai praktikum di laboratorium tersebut. Pengendalian risiko harus ditinjau ulang untuk dapat mengurangi risiko hingga pekerjaan yang dilakukan dapat dikategorikan aman untuk dilakukan. Tingginya nilai risiko awal ini juga menunjukkan bahwa sesungguhnya setiap langkah kerja di laboratorium ini berpotensi untuk memberikan dampak buruk yang besar bagi kesehatan dan keselamatan penggunaannya jika tidak dilakukan pengendalian.

- d. Rata-rata besar risiko akhir :  $\frac{318}{84} = 3,78 \approx 4$

Besar risiko akhir bernilai 4 (lingkup warna hijau), berarti praktikum yang ada memiliki tingkat risiko *low* (rendah). Praktikum dapat dikatakan aman untuk dilaksanakan dengan pengendalian yang telah ada saat ini. Peninjauan ulang mengenai pengendalian risiko juga disarankan untuk dilakukan agar memastikan tingkat risiko dapat lebih berkurang.

Berkurangnya rata-rata besar risiko awal sebanyak 50% (menjadi risiko akhir) menunjukkan bahwa pengendalian risiko yang ada di Laboratorium Dasar Proses Kimia sudah baik, akan tetapi ada beberapa nilai risiko akhir yang masih tinggi, seperti pada risiko yang berkaitan dengan kejadian kebakaran dan ledakan. Nilai akhir risiko tersebut masih mencapai angka 9 yang berarti termasuk tingkat risiko *medium* (menengah). Hal ini dapat terjadi dikarenakan kurangnya pengendalian bahaya kebakaran dan ledakan yang dilakukan oleh pihak manajemen laboratorium. Program pengendalian bahaya kebakaran dan ledakan di laboratorium hanya menyediakan fasilitas APAR. Alarm kebakaran yang berfungsi sebagai pemberi informasi darurat ketika terjadi kebakaran tidak tersedia. Keberadaan alarm kebakaran dapat meningkatkan kewaspadaan dan reaksi pengguna laboratorium ketika terjadi kebakaran sehingga dapat menurunkan besar nilai *severity* dari risiko. Selain itu, pengendalian untuk risiko tumpahan bahan kimia juga belum ada. Pengendalian tumpahan bahan kimia dapat dilakukan dengan menyediakan fasilitas *spill kits* di laboratorium. Pelaksanaan hal ini dapat mengurangi besar nilai *severity* dari risiko.

### **6.3 Pendekatan Reaktif**

#### **6.3.1 Pelaporan *Accident* dan *Near-Miss***

Pelaporan kejadian kecelakaan yang dilakukan di Laboratorium Dasar Proses Kimia tidak menggunakan sistem khusus. Pelaporan juga tidak menggunakan formulir khusus. Hal ini menyebabkan setiap kejadian kecelakaan yang terjadi tidak ada pendokumentasiannya sehingga tidak ada data mengenai kecelakaan jenis apa yang sering dan jarang terjadi di laboratorium tersebut. Pelaporan ini biasanya dilakukan oleh saksi mata yang ada di tempat kejadian. Saksi mata melaporkan kejadian tersebut ke laboran/teknisi laboratorium, selanjutnya laboran akan melaporkannya ke pihak departemen. Pihak departemen akan menindaklanjuti kejadian tersebut sesuai dengan peraturan yang berlaku setelah menerima pelaporan.

Kejadian *near-miss* di Laboratorium Dasar Proses Kimia tidak dilakukan pelaporan ke pihak departemen. Saksi mata yang ada di tempat kejadian biasanya

hanya melaporkannya kepada laboran atau bahkan tidak melaporkannya sama sekali karena tidak menimbulkan kerugian pada saat itu ataupun takut terkena sanksi. Kejadian *near-miss* yang pernah ada juga tidak didokumentasikan.

Publikasi dari *American Chemical Society Joint Board-Council Committee on Chemical Safety* yang berjudul “*Safety in Academic Chemistry Laboratories Volume 2*” menyatakan bahwa kejadian *accident* dan *near-miss* harus dilaporkan dan hasilnya didokumentasikan dengan teratur. Formulir khusus pelaporan diperlukan untuk melaporkan kejadian tersebut. Isi dari formulir pelaporan meliputi gambaran kejadian, waktu dan lokasi kejadian, kerugian yang didapatkan, APD yang digunakan, serta pertolongan pertama yang diterima. Formulir tersebut harus selalu tersedia di laboratorium dalam keadaan yang mudah diakses. Hasil dari pelaporan *accident* dan *near-miss* ini selanjutnya harus didokumentasikan dan terus dipantau serta didiskusikan mengenai pengendalian serta pencegahannya agar tidak terulang kembali. Dokumen pelaporan ini nantinya akan menjadi bahan pembelajaran bagi pengguna laboratorium lainnya agar lebih waspada. Adanya dokumen pelaporan ini juga dapat menginformasikan kepada seluruh pengguna laboratorium akan bahaya apa saja yang paling sering menimbulkan risiko. K3LUI telah memfasilitasi program pelaporan kecelakaan dan *near-miss* dengan adanya program *online reporting*. Setiap mahasiswa maupun dosen dapat melaporkan kecelakaan dan *near-miss* yang ada secara *online*. Selain itu disediakan pula dokumen *risk assessment* secara *online* untuk memudahkan mahasiswa mengaksesnya. Laboratorium

Mahasiswa biasanya enggan untuk melaporkan kejadian kecelakaan atau *near-miss* yang dialami dirinya atau pengguna laboratorium lain karena takut akan mendapatkan sanksi. Hal ini harus dicegah dengan pendekatan komunikasi melalui pengarahan agar setiap mahasiswa mau melaporkan kejadian kecelakaan atau *near-miss* yang ada. Mahasiswa juga harus mengetahui bahwa fokus utama dari pelaporan ini bukanlah pemberian sanksi, tetapi untuk peningkatan kewaspadaan dari seluruh pengguna laboratorium akan bahaya yang ada.

### 6.2.1 Inspeksi

Pengelola Laboratorium Dasar Proses Kimia tidak melakukan inspeksi secara berkala. Inspeksi hanya dilakukan jika terjadi suatu kecelakaan. Peralatan dan fasilitas yang rusak dan perlu diganti menjadi kurang terpantau karena tidak adanya kegiatan inspeksi secara berkala. Hal-hal yang kurang terpantau akibat tidak adanya inspeksi berkala antara lain:

1. Alarm kebakaran yang telah tidak berfungsi.
2. Botol/kontainer bahan kimia yang sudah rusak atau tidak layak pakai.
3. Beberapa label (*sign*) yang sudah rusak sehingga sulit untuk dibaca.
4. Kardus, botol bahan kimia, serta barang lain yang berserakan di lantai dekat penyimpanan bahan kimia.
5. *Shower* darurat yang kotor dan terdapat banyak barang berserakan di tempat penampung airnya.
6. Beberapa fasilitas darurat seperti *shower* darurat dan APAR tidak diperiksa dan diujicoba kerjanya secara teratur.
7. *Exhaust hood* di atas meja praktikum yang sudah tidak berfungsi.
8. Beberapa mahasiswa yang melakukan praktikum di dalam laboratorium tanpa menggunakan APD (jas lab, sarung tangan, *safety google* dan lain-lain).

Pendokumentasian mengenai keadaan laboratorium setiap bulan atau setiap semester juga tidak dilakukan karena tidak dilaksanakannya inspeksi secara berkala. Perawatan fasilitas yang ada di laboratorium hanya dilakukan tanpa sistem berkala khusus oleh laboran.

OSHA *Laboratory Standard*, 29 CFR 1910.1450 *Occupational Exposure to Hazardous Chemicals in Laboratories* pada bagian *Appendix A* yang berjudul “*Non-Mandatory National Research Council Recommendations Concerning Chemical Hygiene in Laboratories*” (bagian D.4.b) menyebutkan bahwa *housekeeping* formal dan inspeksi higiene kimia harus dilaksanakan minimal tiga bulan sekali untuk unit laboratorium yang memiliki personil tidak tetap dan enam bulan sekali bagi unit yang memiliki personil tetap. Oleh karena itu, Laboratorium Dasar Proses Kimia hendaknya melakukan inspeksi secara berkala setiap enam bulan sekali.

OSHA *Laboratory Standard* juga menyatakan bahwa inspeksi rutin dilakukan untuk memenuhi tiga tujuan utama, yaitu:

1. Memastikan semua fasilitas yang ada di laboratorium tidak menyebabkan masalah kesehatan dan keselamatan bagi manusia serta lingkungan sekitar.
2. Memastikan pekerja dan mahasiswa mengikuti segala prosedur *Chemical Hygiene Plan* yang ditetapkan oleh pihak departemen.
3. Memastikan setiap aktivitas di laboratorium berjalan sesuai dengan prosedur keamanan untuk menghindari pekerja dan mahasiswa dari pajanan hazard bahan kimia.

Pelaksanaan inspeksi memerlukan formulir *checklist* agar memudahkan proses evaluasi. Isi dari formulir *checklist* tersebut harus meliputi evaluasi *housekeeping*, APD, penyimpanan dan pembuangan bahan kimia, *sign* dan label, dokumen keselamatan, *fume hood*, *gas cylinder*, fasilitas keselamatan darurat (APAR, kotak P3K, *eyewash/shower* darurat, dll), serta masalah kesehatan dan keselamatan lain yang ada pada saat inspeksi. Dokumen hasil kegiatan tersebut harus diberikan kepada Kepala Departemen dan Supervisor Laboratorium agar dikomunikasikan apa saja dan bagaimana pengendalian yang harus dilakukan. Isi dari dokumen tersebut juga harus menyertakan foto-foto hasil inspeksi sebagai bukti terlampir dan mengetahui dengan detail poin kritis dari permasalahan yang ada. Hasil dari inspeksi juga harus selalu dipantau dan dievaluasi pengendaliannya.

#### **6.4 Pendekatan Interaktif Manajemen Krisis**

Laboratorium Dasar Proses Kimia telah melakukan program manajemen krisis secara umum. Laboratorium ini telah menyiapkan beberapa fasilitas darurat untuk mengendalikan berbagai jenis kecelakaan yang mungkin terjadi seperti:

1. APAR untuk memadamkan kebakaran
2. Jalan keluar darurat untuk membantu evakuasi ketika terjadi kebakaran atau gempa bumi
3. Obat-obatan P3K untuk mengobati anggota tubuh yang terluka

4. *Shower* darurat untuk membasuh anggota tubuh yang terpajan bahan kimia berbahaya

Pihak manajemen laboratorium juga memberikan informasi mengenai kegiatan apa saja yang harus para pengguna dan pengunjung laboratorium lakukan ketika terjadi suatu krisis/keadaan darurat melalui dokumen prosedur keselamatan yang ada. Nomor kontak dari penanggung jawab keselamatan yang dapat dihubungi jika terjadi keadaan darurat juga dicantumkan pada dokumen tersebut. Prosedur keselamatan yang diinformasikan di Laboratorium Dasar Proses Kimia dapat dilihat pada uraian di bawah ini.

a. Ketika terjadi kebakaran

- Segera hubungi Teknisi Laboratorium yang bersangkutan pada jam kerja.
- Jika tidak ada, hubungi Kepala Laboratorium yang bersangkutan pada jam kerja.
- Jika tidak ada, hubungi Kepala *Safety* pada jam kerja.
- Di luar jam kerja hubungi Petugas Keamanan/*Security* dan beritahu lokasi kebakaran.
- Gunakan pemadam kebakaran yang tersedia di lokasi terdekat.
- Bersiap untuk evakuasi.

b. Ketika diperlukan pengobatan darurat

- Hubungi Petugas P3K atau Sekretaris Departemen pada jam kerja.
- Jika tidak ada, hubungi Kepala *Safety* pada jam kerja.
- Di luar jam kerja hubungi *Security* untuk memberitahu keberadaan yang bersangkutan dan keadaan daruratnya.

c. Ketika terpajan bahaya bahan beracun

- Apabila terpapar bahan berbahaya, radiasi, atau tumpahan bahan-bahan biologis dan bahan kimia berbahaya, segera hubungi Petugas *Safety* pada jam kerja.
- Segera bilas bagian tubuh yang terkena bahan beracun menggunakan *safety shower* yang tersedia di lantai 1 dan 3.

- Jika memungkinkan dan aman untuk dilakukan, tampung tumpahannya dengan peralatan yang ada.
- Di luar jam kerja hubungi *Security*, beritahu keberadaan yang bersangkutan dan keadaan daruratnya.

#### d. Petunjuk evakuasi

- Apabila terdengar alarm SIAGA, bersiap untuk meninggalkan ruangan. Selama dalam jam kerja diharapkan menunggu perintah dari pengeras suara. Di luar jam kerja proses evakuasi gedung langsung dilakukan secara otomatis.
- Apabila terdengar perintah EVAKUASI, segera tinggalkan gedung. Keluar melalui pintu darurat yang paling dekat (ditandai dengan tanda keluar/*exit* berwarna hijau).
- Ikuti arahan dari penjaga gedung atau petugas keselamatan (dalam jam kerja).
- Berkumpul di tempat yang sudah ditentukan sebagai area berkumpul.
- Tunggu instruksi selanjutnya, jangan meninggalkan area berkumpul tanpa izin petugas keselamatan.

Prosedur keselamatan tersebut juga menginformasikan kepada seluruh pengguna laboratorium untuk memperhatikan lokasi dari fasilitas-fasilitas penting seperti lokasi telepon, pintu keluar darurat dan denah gedung, alat pemadam kebakaran, *safety shower*, *spill kit*, area berkumpul, kotak P3K, dan petugas keselamatan. Selain itu, dicantumkan pula nomor kontak penanggung jawab jika terjadi keadaan darurat di laboratorium seperti Teknisi Laboratorium, Kepala Laboratorium, Sekretaris Departemen, Petugas P3K, Petugas *Safety*, dan *Security*.

Petugas *safety* yang bertanggung jawab di laboratorium tersebut hendaknya bukan dari kalangan dosen. Hal ini dilakukan agar petugas *safety* dapat fokus pada tanggung jawabnya tanpa terganggu dengan pekerjaan yang lain. Petugas *safety* harus ada di setiap departemen atau fakultas untuk bertanggung jawab memantau keselamatan dan keamanan kerja di setiap laboratorium.

## BAB 7 PENUTUP

### 7.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari pelaksanaan penelitian ini ialah manajemen keselamatan yang telah dilakukan di Laboratorium Dasar Proses Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia tahun 2012 tergolong sudah berjalan dengan baik. Program manajemen keselamatan laboratorium yang ada cenderung bersifat pengendalian. Hal ini dapat dilihat dengan rincian sebagai berikut:

1. Pendekatan proaktif yang dilakukan masih belum sesuai dengan OSHA *Laboratory Standard* dan publikasi dari *The American Chemical Society Joint Board-Council Committee on Chemical Safety*. Kegiatan *safety audit* dan *risk assessment* belum dilaksanakan dengan baik dan belum ada pendokumentasiannya, akan tetapi hasil *safety audit* dan *risk assessment* yang dilakukan penulis menunjukkan bahwa pengendalian risiko yang ada di laboratorium tersebut sudah baik dan sebagian besar telah sesuai standar OSHA dan ACS. Hal ini dapat dibuktikan oleh hasil besar risiko akhir yang didapatkan bernilai 4, yang berarti risiko masih dapat diterima.
2. Pendekatan reaktif sudah dilakukan di Laboratorium Dasar Proses Kimia walaupun belum sesuai dengan standar OSHA dan publikasi dari *The American Chemical Society Joint Board-Council Committee on Chemical Safety*. Kegiatan pelaporan *accident* dan *near-miss* sudah dilakukan namun belum ada sistem yang jelas, belum ada formulir khusus pelaporan, dan tidak ada pendokumentasian pelaporan. Inspeksi laboratorium hanya dilakukan jika terjadi suatu kecelakaan. Kegiatan inspeksi berkala tidak dilakukan di laboratorium ini sehingga tidak ada hasil pendokumentasiannya.
3. Pendekatan interaktif merupakan perpaduan dari pendekatan proaktif dan reaktif. Pendekatan interaktif yang dilakukan di Laboratorium Dasar Proses Kimia berupa pelaksanaan program manajemen krisis yang secara umum sudah dilakukan dengan baik namun belum sempurna karena masih lebih

melaksanakan pengendalian kecelakaan (reaktif) daripada pencegahan (proaktif). Di laboratorium ini sudah terdapat prosedur keselamatan yang dipublikasikan dengan jelas.

4. Pengendalian risiko yang dilakukan sudah baik, dengan berkurangnya nilai risiko awal sebesar 50%, walaupun masih ada beberapa risiko akhir yang tergolong risiko tingkat *medium* (menengah).

## 7.2 Saran

Hasil dan analisis penelitian menunjukkan beberapa kekurangan mengenai pelaksanaan manajemen keselamatan di Laboratorium Dasar Proses Kimia. Beberapa saran yang dapat diajukan untuk perbaikan manajemen keselamatan di Laboratorium Dasar Proses Kimia, antara lain:

1. Pelaksanaan kegiatan *safety audit* hendaknya dilakukan minimal satu tahun sekali oleh pihak yang ahli dalam bidang manajemen keselamatan laboratorium. Hasil dari kegiatan ini selanjutnya didokumentasikan secara teratur sebagai data informasi keselamatan.
2. Pelaksanaan kegiatan *risk assessment* hendaknya dilakukan lagi oleh pihak yang ahli untuk menganalisis dan mengidentifikasi jenis hazard serta besar risiko dari seluruh pekerjaan yang dilakukan di laboratorium. Setelah itu dibuat pengendaliannya sesuai dengan hasil *risk assessment* tersebut agar lebih efektif dan efisien.
3. Kegiatan inspeksi keselamatan laboratorium hendaknya dilakukan secara berkala, minimal setiap enam bulan sekali karena personil yang bekerja di laboratorium tersebut merupakan personil tetap. Hasil dari kegiatan ini juga harus didokumentasikan dengan benar beserta bukti foto agar lebih jelas dimana letak bahayanya. Dokumen hasil dari inspeksi ini hendaknya dapat diakses oleh seluruh pengguna laboratorium agar lebih waspada ketika bekerja.
4. Sistem pelaporan *accident* dan *near-miss* harus dilakukan. Kegiatan ini dilakukan dengan menggunakan formulir khusus yang selalu tersedia di laboratorium dan mudah diakses. Hasil dari pelaporan didokumentasikan dan setiap pengguna laboratorium dapat mengaksesnya agar dapat lebih

berhati-hati ketika melakukan praktikum. Pelaksanaan pelaporan tersebut dapat pula dengan memanfaatkan fasilitas *online reporting* dari K3LUI.

5. Dokumen *Chemical Hygiene Plan* khusus perlu dibuat untuk rencana program keselamatan laboratorium.
6. *Spill kits* khusus perlu disediakan beserta informasi mengenai pengendalian tumpahan bahan kimia yang diletakkan di lokasi strategis agar ketika terjadi tumpahan bahan kimia, pengguna laboratorium tidak harus menunggu laboran untuk membersihkannya
7. Alarm kebakaran yang rusak perlu diperbaiki agar jika terjadi kebakaran semua orang dalam gedung itu dapat mengetahuinya. Pengeras suara dan lampu pemberitahuan alarm kebakaran sebaiknya juga ditempatkan di ruangan kepala petugas *safety* dan kepala laboratorium agar dapat melakukan pengendalian secepatnya.
8. Alarm kecelakaan perlu dipasang agar jika terjadi suatu kecelakaan di laboratorium, saksi mata dapat langsung menekan tombol alarmnya untuk menginformasikan kepada seluruh pengguna laboratorium yang lain dan petugas *safety*. Pengeras suara dan lampu pemberitahuan alarm kecelakaan sebaiknya juga ditempatkan di ruangan kepala petugas *safety* dan kepala laboratorium agar dapat melakukan pengendalian secepatnya.
9. Botol-botol bahan kimia yang berserakan di lantai dekat area penyimpanan bahan kimia perlu segera dirapikan. Lemari penyimpanan tambahan perlu digunakan untuk menampung botol-botol tersebut.
10. Perluasan ruangan laboratorium perlu dilakukan agar tidak ada barang-barang yang menumpuk dan berserakan di lantai.
11. Obat-obatan P3K lebih baik diletakkan di dalam laboratorium agar memudahkan aksesnya.
12. *Exhaust hood* perlu diperbaiki untuk mengurangi risiko terhirupnya uap bahan kimia berbahaya pada saat praktikum.
13. Pelatihan bagi laboran dan mahasiswa perlu dilakukan paling tidak satu tahun sekali. mahasiswa juga diwajibkan untuk mendapatkan *safety induction* setiap akan melakukan praktikum. Pelaksanaan pelatihan dan

*safety induction* harus terus dipantau menggunakan *checklist* dan absensi kehadirannya.

14. Petugas *safety* hendaknya bukan dari kalangan dosen agar fokus bekerja memantau keselamatan dan keamanan kegiatan praktikum di laboratorium. Petugas *safety* tersebut harus ada di setiap departemen dan fakultas atau dapat pula digabung keduanya.
15. Laboran sebaiknya ikut serta dalam pelaksanaan penilaian risiko (*risk assessment*) agar lebih mengetahui keadaan di laboratorium.
16. Dokumen *risk assessment* dan MSDS sebaiknya disediakan di setiap meja praktikum agar lebih mudah dibaca oleh pengguna laboratorium.
17. Jumlah APAR perlu ditambah di kedua ruangan laboratorium.
18. Pelaksanaan pelaporan kecelakaan dan *near-miss* dapat memanfaatkan fasilitas *online reporting* dari K3LUI.



## DAFTAR PUSTAKA

- American Chemical Society Joint Board-Council Committee on Chemical Safety  
2003, *Safety in Academic Chemistry Laboratories Volume 2 Accident Prevention for Faculty and Administrators*, 7th edn revised, Author, Washington, DC
- American Chemical Society Joint Board-Council Committee on Chemical Safety  
2003, *Safety in Academic Chemistry Laboratories Volume 1 Accident Prevention for College and University Students*, 7th edn revised, Author, Washington, DC
- Bea, Robert G. 1998, 'Human and Organization Factors: Engineering Operating Safety into Offshore Structures', *Journal of Reliability Engineering and System Safety*, vol. 61, no. 1-2, pp. 109-126. Tersedia dari: ScienceDirect [24 Februari 2012]
- Benderly, Beryl Lieff 2009, *Explosions in The Lab*, Slate Group, Division of The Washington Post Company, Diakses dari: <[http://www.slate.com/articles/health\\_and\\_science/science/2009/05/explosions\\_in\\_the\\_lab.html](http://www.slate.com/articles/health_and_science/science/2009/05/explosions_in_the_lab.html)> [19 Februari 2012]
- Benderly, Beryl Lieff 2010, *Danger in School Labs: Accidents Haunt Experimental Science*, Scientific American, Diakses dari: <<http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=danger-in-school-labs>> [19 Februari 2012]
- Bernstein, Joseph A. 2011, *FYI: What Is The Most Dangerous Piece of Laboratory Equipment?*, Popular Science, Diakses dari: <<http://www.popsci.com/science/article/2011-07/fyi-what-most-dangerous-piece-laboratory-equipment>> [19 Februari 2012]

- Brian-College Station 2010, *Two Grad Students Hurt in Lab Accident*, Brian-College Station, Texas, Diakses dari: <<http://www.theeagle.com/am/Two-grad-students-hurt-in-lab-accident>> [19 Februari 2012]
- Coghlan, Kevin 2008, *Investigating Laboratory Accidents*, Highbeam Research, Diakses dari: <<http://www.highbeam.com/doc/1P3-1479856801.html>> [19 Februari 2012]
- Crockett, Joseph M. 2011, 'Laboratory Safety for Undergraduates', *Journal of Chemical Health and Safety*, vol. 18, no. 4, pp. 16-25. Tersedia dari: ScienceDirect. [19 Februari 2012]
- Eguna, Maricel T. et.al 2011, 'Learning To Be Safe: Chemical Laboratory Management in A Developing Country', *Journal of Chemical Health and Safety*, vol. 18, no. 6, pp. 5-7. Tersedia dari: ScienceDirect. [19 Februari 2012]
- Foster, Barbara L. 2003, 'Principles of Laboratory Safety Management in Academia', *Journal of Chemical Health and Safety*, vol. 10, no. 2, pp. 13-16. Tersedia dari: ScienceDirect. [19 Februari 2012]
- Foster, Barbara L. 2004, 'Laboratory Safety Program Assessment in Academia', *Journal of Chemical Health and Safety*, vol. 11, no. 5, pp. 6-13. Tersedia dari: ScienceDirect. [19 Februari 2012]
- Hellman, Margaret A. et.al 1986, 'Epidemiology of Accidents in Academic Chemistry Laboratories. Part 1. Accident Data Survey', *Journal of Chemical Education*, vol. 63, no. 11, pp. A267. Tersedia dari: ACS Publication. [19 Februari 2012]
- Henderson, Drew et.al 2011, *Michele Dufault '11 Dies in Sterling Chemistry Laboratory Accident*, Yale Daily News, Diakses dari: <<http://www.yaledailynews.com/news/2011/apr/13/student-dies-accident-sterling-chemistry-laborator/>> [19 Februari 2012]

- Hill Jr., Robert H. 2009, 'GHS and Its Impact on Laboratory Safety', *Journal of Chemical Health and Safety*, vol. 17, no. 4, pp. 5-11. Tersedia dari: ScienceDirect [19 Februari 2012]
- Johnson, Jeff 2010, *School Labs Go Under Microscope*, Chemical & Engineering News, American Chemical Society, Diakses dari: <<http://cen.acs.org/articles/88/i5/School-Labs-Under-Microscope.html>> [19 Februari 2012]
- Johnson, Jeff 2010, *University Lab Accident Under Investigation*, *Lab Safety: Texas Tech Examination is First for Chemical Safety Board*, media release, 20 Januari, Chemical & Engineering News, American Chemical Society, Diakses pada: [19 Februari 2012], <<http://cen.acs.org/articles/88/i4/University-Lab-Accident-Under-Investigation.html>>
- Langerman, Neal 2009, 'Laboratory Safety?', *Journal of Chemical Health and Safety*, vol. 18, no. 4, pp. 16-25. Tersedia dari: ScienceDirect. [19 Februari 2012]
- Langerman, Neal 2009, 'Lab-Scale Process Safety Management', *Journal of Chemical Health and Safety*, vol. 16, no. 4, pp. 22-28. Tersedia dari: ScienceDirect. [19 Februari 2012], <<http://k3l.ui.ac.id/node/88>>
- Leggett, David J. 2012, *Lab-HIRA: Hazard Identification and Risk Analysis for The Chemical Research Laboratory: Part 2. Risk Analysis of Laboratory Operations*, *Journal of Chemical Health and Safety*, Elsevier B. V., Diakses dari: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187155321200014X>> [19 Februari 2012]
- Lestari, Fatma et.al 2009, *Kecelakaan di Universitas Indonesia*, Keselamatan dan Kesehatan Kerja dan Lingkungan Universitas Indonesia, Diakses pada: [19 Februari 2012]

- Moran, Lisa & Masciangioli, Tina (eds) 2010, *Keselamatan dan Keamanan Laboratorium Kimia: Panduan Pengelolaan Bahan Kimia dengan Bijak*, The National Academies Press, Washington, DC
- National Research Council of The National Academies, *Prudent Practices in The Laboratory Handling and Management of Chemical Hazards*, Revised edn, Author, Washington, DC
- Noorden, Richard Van 2011, *A Death in The Lab*, Nature Publishing Group, Macmillan Publishers Limited, Diakses dari <<http://www.nature.com/news/2011/110418/full/472270a.html>> [19 Februari 2012]
- Royal Society of Chemistry 2009, *UCLA Fined Following Fatal Lab Accident*, Royal Society of Chemistry, Diakses dari: <<http://www.rsc.org/chemistryworld/News/2009/May/06050901.asp>> [19 Februari 2012]
- Section 9: Forms & Checklists* 2012, UC Berkeley, College of Chemistry, Diakses dari: <<http://www.cchem.berkeley.edu/cchasp/?q=section9>> [27 Februari 2012]
- Shariff, Azmi Mohd & Norazahar, Norafneeza 2011, 'At-Risk Behaviour Analysis and Improvement Study in An Academic Laboratory', *Safety Science*, vol. 50, no. 1, pp. 29–38. Tersedia dari: ScienceDirect. [18 Februari 2012]
- Step Change in Safety 2003, *Task Risk Assessment Guide*, Revised edn, Author, Aberdeen
- Stroud, Linda M. et.al 2007, 'Implementation of A Science Laboratory Safety Program in North Carolina Schools', *Journal of Chemical Health and Safety*, vol. 14, no. 3, pp. 20-30. Tersedia dari: ScienceDirect [19 Februari 2012]

- Stuart, Ralph 2010, 'Emergency Response Training for Laboratory Workers', *Journal of Chemical Health and Safety*, vol. 17, no. 6, pp. 29-32. Tersedia dari: ScienceDirect [20 Februari 2012]
- Universitas Indonesia. *Sistem Informasi Laboratorium Universitas Indonesia: Fakultas Teknik, Teknik Kimia, Dasar Proses Kimia*. 2012, Diakses pada: [19 Februari 2012], <<http://www.laboratorium.ui.ac.id/labs.php?id=314>>
- U.S Chemical Safety and Hazard Investigation Board 2010, *Texas Tech University Laboratory Explosion*, Case Study No. 2010-05-I-TX, CSB Publication, Washington, DC
- U.S Department of Labor Occupational Safety and Health Administration, *OSHA Laboratory Standard*, Diakses dari <[http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show\\_document?p\\_table=standards&p\\_id=10106](http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=standards&p_id=10106)>
- U.S Department of Labor Occupational Safety and Health Administration 2011, *OSHA Laboratory Standard*, OSHA Fact Sheet, Washington, DC
- Wu, Tsung-Chih et.al 2007, 'Safety Climate in University and College Laboratories: Impact of Organizational and Individual Factors', *Journal of Safety Research*, vol. 38, no. 1, pp. 91-102. Tersedia dari: ScienceDirect. [19 Februari 2012]
- Wu, Tsung-Chih et.al 2008, 'Interaction Effects of Organizational and Individual Factors on Safety Leadership in College and University Laboratories', *Journal of Loss Prevention in The Process Industries*, vol. 21, no. 3, pp.239-254. Tersedia dari: ScienceDirect [19 Februari 2012]
- Zakzeski, Joseph 2009, 'Improving Engineering Research Laboratory Safety by Addressing The Human Aspects of Research Management', *Journal of Chemical Health and Safety*, vol. 16, no. 3, pp. 5-20. Tersedia dari: ScienceDirect [19 Februari 2012]

## FORM CHECKLIST KESELAMATAN LABORATORIUM

Hari/Tanggal : Tanda Tangan

Nama Lab. : PJ Lab :

PJ Lab :

*Inspector* : *Inspector* :

**M (Memuaskan), TM (Tidak Memuaskan), TA (Tidak Ada)**

No	Perihal	M	TM	TA	Ket.
<b><i>Safety Information</i></b>					
1.	Terdapat dokumen <i>Chemical Hygiene Plan</i> (CHP) yang jelas.				
2.	Terdapat dokumen MSDS yang jelas.				
3.	Terdapat dokumen SOP lab yang jelas.				
4.	Terdapat dokumen peraturan dan kebijakan keselamatan lab yang jelas.				
5.	Terdapat dokumen <i>Emergency Action Plan</i> yang jelas.				
6.	Terdapat dokumen inventarisasi bahan kimia yang selalu diperbaharui.				
7.	Informasi nomor kontak darurat tertera di tempat yang strategis dan mudah dilihat.				
8.	Terdapat dokumen mengenai <i>risk assessment</i> dari proses kerja yang telah ditinjau ulang.				
9.	Hasil inspeksi berkala didokumentasikan dengan baik.				

No	Perihal	M	TM	TA	Ket.
10.	Kejadian <i>accident</i> dan <i>near-miss</i> dilaporkan dan didokumentasikan dengan baik.				
11.	Terdapat dokumen <i>safety audit</i> .				
<b>Pelatihan</b>					
1.	Laboran dan pengguna lab mendapat pelatihan/pengarahan mengenai pemahaman tentang <i>Chemical Hygiene Plan (CHP)</i> .				
2.	Laboran dan pengguna lab mendapat pelatihan/pengarahan mengenai pemahaman tentang MSDS.				
3.	Laboran dan pengguna lab mendapat pelatihan/pengarahan mengenai pemahaman tentang SOP lab.				
4.	Laboran dan pengguna lab mendapat pelatihan/pengarahan mengenai pemahaman tentang peraturan dan kebijakan keselamatan.				
5.	Laboran dan pengguna lab mendapat pelatihan/pengarahan mengenai pemahaman tentang program pencegahan dan pengendalian kebakaran.				
6.	Laboran dan pengguna lab mendapat pelatihan/pengarahan mengenai pemahaman tentang program tanggap darurat.				
7.	Laboran dan pengguna lab mendapat pelatihan/pengarahan mengenai pemahaman tentang cara penanganan dan penyimpanan bahan kimia.				

No	Perihal	M	TM	TA	Ket.
8.	Laboran dan pengguna lab mendapat pelatihan/pengarahan mengenai pemahaman tentang cara pencegahan dan penanganan tumpahan bahan kimia.				
<b>General Safety dan Housekeeping</b>					
1.	Tanda informasi darurat tertera di setiap pintu keluar utama laboratorium.				
2.	Tanda bahaya/peringatan/perhatian tertera pada tempat yang tepat/dibutuhkan.				
3.	Bak cuci dan <i>fume hood</i> diberi label pemberitahuan.				
4.	Tidak menyajikan, makan, atau menyimpan makanan selain pada " <i>Clean Area</i> ".				
5.	Di atas lantai dan bangku tidak ada benda berserakan dengan kacau.				
6.	Lantai dan bangku bersih serta rapi.				
7.	Setiap ruang jalan antar meja dan jalan keluar tidak terhalang apapun.				
8.	Botol/kontainer bahan kimia tertata dengan rapi dalam lemari penyimpanan.				
9.	Botol/kontainer bahan kimia tidak berada di jalan antar meja dan jalan keluar.				
10.	Seluruh sistem penerangan bekerja dengan baik.				
11.	Kuantitas dan kualitas penerangan cukup untuk melakukan aktivitas.				

No	Perihal	M	TM	TA	Ket.
12.	Peralatan yang memiliki bagian yang bergerak terdapat alat penahan yang memadai.				
13.	Ventilasi terpasang dan berfungsi dengan baik.				
14.	Terdapat kotak P3K di tempat yang strategis dan mudah dijangkau.				
<b>Alat Pelindung Diri (APD)</b>					
1.	<i>Safety glasses</i> dengan <i>side shields</i> tersedia dan selalu dikenakan oleh pengguna lab.				
2.	<i>Safety goggles</i> dan <i>face shields</i> tersedia dan dikenakan oleh pengguna lab pada saat yang tepat.				
3.	Tersedia sarung tangan yang resisten terhadap bahan kimia dan dikenakan oleh pengguna lab saat praktikum di lab.				
4.	Pengguna lab melepaskan sarung tangan saat selesai/tidak melakukan praktikum.				
5.	Tersedia jas lab dan pengguna lab mengenyakannya saat melakukan praktikum.				
6.	Seluruh APD yang tersedia selalu diinspeksi, dirawat, dan dibersihkan dengan teratur.				
8.	Tempat penyimpanan APD diletakkan di tempat yang strategis.				
<b>Pencegahan dan Pengendalian Kebakaran</b>					
1.	Laboran dan pengguna lab mengetahui lokasi terdekat dari alat pemadam api/APAR dan alarm kebakaran.				

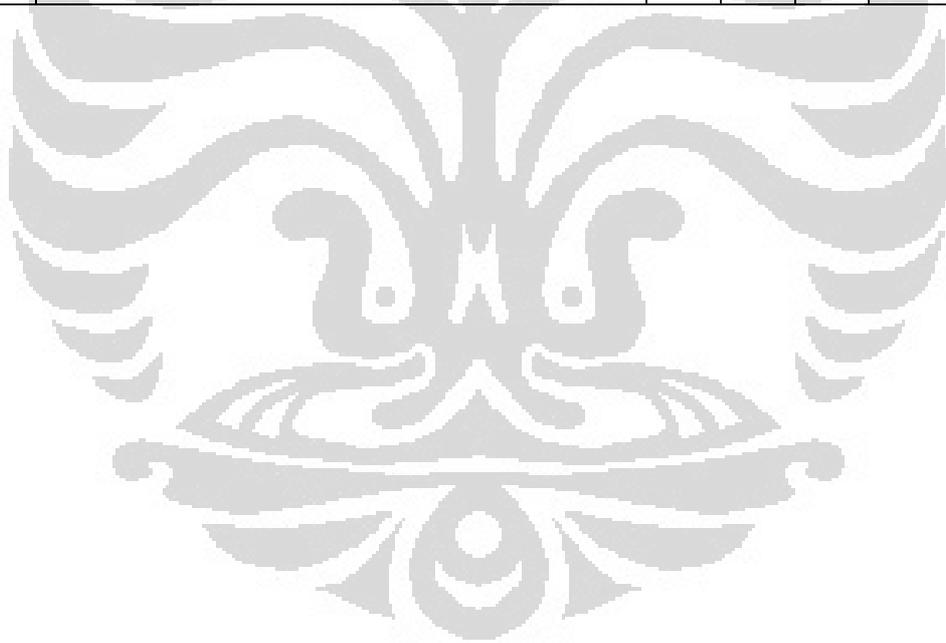
No	Perihal	M	TM	TA	Ket.
2.	Laboran dan pengguna lab terlatih dalam menggunakan APAR.				
3.	Akses menuju alat pemadam api/APAR tidak terhalang apapun.				
4.	APAR telah diisi ulang dan disertifikasi 12 bulan terakhir.				
5.	APAR dan alarm kebakaran diletakkan di lokasi yang strategis dan mudah dijangkau.				
6.	Alarm kebakaran terdengar ke seluruh penjuru ruangan				
7.	Material yang <i>combustible</i> dijauhkan (minimal 10 kaki) dari area pengelasan dan/atau api terbuka.				
<b><i>Eyewash/Shower Darurat</i></b>					
1.	Laboran dan pengguna lab mengetahui lokasi <i>eyewash/shower</i> darurat terdekat.				
2.	<i>Eyewash/shower</i> darurat berada di tempat yang strategis.				
3.	Lokasi <i>eyewash/shower</i> darurat diberi tanda ( <i>sign</i> )				
4.	Akses jalan menuju <i>eyewash/showers</i> darurat tidak terhalang.				
5.	<i>Eyewash/shower</i> darurat bekerja dengan baik dan tidak tersumbat.				
6.	<i>Eyewash/shower</i> darurat di-' <i>flushed</i> ' hingga air menjadi bersih paling tidak 1 bulan sekali.				
7.	<i>Eyewash/shower</i> darurat diujicoba oleh pihak laboran 12 bulan terakhir.				

No	Perihal	M	TM	TA	Ket.
<b>Pencegahan dan Pengendalian Tumpahan Bahan Kimia</b>					
1.	Terdapat SOP mengenai pencegahan dan pengendalian tumpahan bahan kimia.				
2.	Laboran dan pengguna lab mengetahui dan menyadari prosedur pemberitahuan “ <i>Slug Discharge</i> ”				
3.	<i>Spill kits</i> tersedia dan mudah diakses.				
4.	Laboran dan pengguna lab mengetahui lokasi <i>spill kits</i> .				
5.	Kontainer <i>spill kits</i> terlabel dengan baik.				
6.	Laboran dan pengguna lab mengetahui lokasi <i>emergency assembly</i> .				
<b>Penanganan dan Penyimpanan Bahan Kimia</b>					
1.	Terdapat SOP mengenai penanganan dan penyimpanan bahan kimia.				
2.	Laboran dan pengguna lab mengetahui dan memahami bahaya serta risiko seluruh bahan kimia yang ada di lab.				
3.	Laboran dan pengguna lab mengetahui dan memahami cara penanganan bahan kimia dengan aman.				
4.	Bahan kimia cair yang <i>flammable</i> disimpan di dalam <i>flammable liquid storage cabinet</i> maksimal 60 gal.				
5.	Bahan kimia cair yang <i>flammable</i> disimpan di luar <i>flammable liquid storage cabinet</i> maksimal 10 gal.				

No	Perihal	M	TM	TA	Ket.
6.	Bahan kimia pengoksidasi dipisahkan dari bahan kimia solven dan bahan kimia <i>flammable</i> .				
7.	Bahan kimia <i>flammable</i> dijauhkan dari panas dan sumber nyala api.				
8.	Bahan kimia yang bersifat asam dan basa dipisahkan.				
9.	Material volatile digunakan di dalam <i>fume hoods</i> .				
10.	Area penyimpanan bahan kimia terlabel dengan baik.				
11.	Botol/kontainer bahan kimia terlabel dengan baik.				
12.	Botol/kontainer bahan kimia dalam kondisi yang baik.				
13.	Botol/kontainer bahan kimia dalam keadaan tertutup ( <i>capped/sealed</i> ) dengan baik.				
14.	" <i>Clean Area</i> " terlabel dengan baik.				
15.	Lemari pendingin bahan kimia telah terjamin kualitasnya dan terlabel dengan baik.				
16.	Tempat penyimpanan bahan kimia <i>flammable</i> telah terjamin kualitasnya dan terlabel dengan baik.				
17.	<i>Free standing flammable cabinet</i> berjarak 3 m dari pintu dan 3 m dari sumber nyala api.				
	<i>Forming</i> bahan kimia peroksida telah diujicoba dan didokumentasikan penanggalannya.				

No	Perihal	M	TM	TA	Ket.
<b>Elektrikal</b>					
1.	Menggunakan kabel permanen (meminimalisasi penggunaan kabel ekstensi).				
2.	Kabel listrik dalam kondisi baik.				
3.	Jarak aman bekerja paling tidak 36 inchi dari panel listrik.				
4.	Semua peralatan yang menggunakan atau berhubungan dengan listrik terletak (menyentuh) di atas lantai.				
5.	Tidak ada kabel yang terbuka.				
<b>Fume Hoods</b>					
1.	Kecepatan pada permukaan telah dicek 12 bulan terakhir.				
2.	<i>Exhaust slots</i> tidak terhalang.				
3.	Terdapat <i>sash</i> di tempat yang tepat dan berfungsi dengan baik.				
4.	Lampu <i>fluorescent</i> berfungsi dengan baik.				
5.	Kontainer dengan bahan kimia <i>volatile</i> tertutup ( <i>capped</i> ) dengan baik.				
6.	<i>Fume hoods</i> terdapat di lokasi yang tepat.				
7.	<i>Fume hoods</i> diinspeksi secara teratur.				
8.	Letak pipa tidak tertata dengan baik.				
<b>Gas Cylinders</b>					
1.	Seluruh <i>gas cylinders</i> dikendalikan dan bekerja dengan baik.				
2.	<i>Gas cylinders</i> tidak berada di dalam lab.				
3.	<i>Gas cylinders</i> diinspeksi secara berkala.				
4.	<i>Gas cylinders</i> dimatikan jika tidak digunakan.				

No	Perihal	M	TM	TA	Ket.
5.	<i>Gas cylinders</i> terlabel dengan baik.				
<b>Pelaksanaan Program Keselamatan</b>					
1.	Dilakukan inspeksi laboratorium secara berkala.				
2.	Dilakukan <i>safety audit</i> secara berkala.				
3.	Dilakukan pelaporan <i>accident</i> dan <i>near-miss</i> oleh laboran maupun pengguna lab.				
4.	Dilakukan penilaian dan peninjauan ulang risiko kesehatan dan keselamatan penggunaan lab beserta bahan kimianya.				
5.	Pelaksanaan program manajemen krisis.				



## TABEL REVISI SKRIPSI

### ANALISIS MANAJEMEN KESELAMATAN DI LABORATORIUM DASAR PROSES KIMIA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA TAHUN 2012

No.	Revisi	Sebelum	Sesudah	Keterangan
1.	Kesimpulan: 70% sudah baik	Hal 94 baris 4	-	Tidak dicantumkan lagi
2.	Pendekatan proaktif + reaktif = interaktif	-	Hal 94 baris 24	Sebelumnya tidak ada
3.	Saran: dilakukan pelatihan untuk laboran dan mahasiswa.	-	Hal 47 baris 20 dan di subbab saran	Sebelumnya tidak ada
4.	Saran: adanya petugas <i>safety</i> di fakultas dan departemen (bisa digabung)	-	Hal 95 baris 1 dan di subbab saran	Sebelumnya tidak ada
5.	Saran: peran laboran dalam pelaksanaan penilaian risiko	-	Hal 46 baris 19 dan di subbab saran	Sebelumnya tidak ada
6.	Saran: disediakan JSA dan MSDS di setiap meja praktikum	-	Hal 46 baris 22 dan di subbab saran	Sebelumnya tidak ada
7.	Saran: perluasan ruangan dan penambahan rak penyimpanan bahan kimia	-	Hal 52 baris dan hal 54 baris 11 dan di subbab saran	Sebelumnya tidak ada
8.	Saran: pelaksanaan <i>safety induction</i> , dicek dengan menggunakan <i>checklist</i> dan absensi	-	Hal 47 baris 26 dan di subbab saran	Sebelumnya tidak ada
9.	Saran: penambahan APAR	-	Hal 58 baris 4 dan di subbab saran	Sebelumnya tidak ada
10.	Saran: sistem pelaporan <i>online</i> , TRA <i>online</i> , JSA <i>online</i>	-	Hal 90 baris 21 dan di subbab saran	Sebelumnya tidak ada
11.	Saran: pemasangan alarm kebakaran & alarm kecelakaan di ruang kepala lab	-	Hal 58 baris 6 dan di subbab saran	Sebelumnya tidak ada