

**IMPLEMENTASI MANAJEMEN BAHAN KIMIA DAN LIMBAH
LABORATORIUM KIMIA
(Studi Kasus di Laboratorium PT Pupuk Kaltim, Tbk)**



Tesis

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai derajat Sarjana S-2 pada
Program Studi Ilmu Lingkungan

**Robby Lasut
L4K005019**

**PROGRAM MAGISTER ILMU LINGKUNGAN
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2006**

LEMBAR PENGESAHAN

**IMPLEMENTASI MANAJEMEN BAHAN KIMIA DAN LIMBAH
LABORATORIUM KIMIA**

(Studi Kasus di Laboratorium PT Pupuk Kaltim, Tbk)

Disusun oleh

Robby Lasut
L4K005019

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
Pada tanggal 20 Desember 2006
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Ketua,

Tanda Tangan

Dr. Ir. Purwanto, DEA

.....

Anggota

1. **Ir. Danny Soetrisnanto, M.Eng**

.....

2. **Ir. Syafrudin, CES, MT**

.....

3. **Ir. Dwi Handayani, MT**

.....

Mengetahui
Ketua Program
Magister Ilmu Lingkungan,

Prof. Dr. Sudharto P. Hadi, MES

PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis yang saya susun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Magister dari Program Magister Ilmu Lingkungan seluruhnya merupakan hasil karya saya sendiri.

Adapun bagian-bagian tertentu dalam pemulisan Tesis yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian tesis ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiat dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya sandang dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku.

Semarang, 20 Desember 2006

Materai 6000

Robby Lasut

BIODATA PENULIS



Robby Lasut, lahir di Makassar 5 Agustus 1959 dari Ibu bernama Yuliana Rumagit dan Bapak bernama Sigar Lasut (Almahum) pensiunan TNI-AD Kodam XIII Merdeka Manado.

Menyelesaikan pendidikan dasar, Sekolah Dasar Negeri Mangkura Makassar hingga kelas 3 SD pada tahun 1968 kemudian pindah ke Surabaya dan

melanjutkan pendidikan di SD Negeri Wonokromo I lulus tahun 1972.

Menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Pertama, SMP-Negeri X Surabaya, lulus tahun 1975.

Menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Atas, SMPP Surabaya, lulus tahun 1979.

Menyelesaikan pendidikan sarjana strata 1 bidang Ekonomi Manajemen pada Universitas Trunajaya Bontang, lulus tahun 1998.

Menyelesaikan pendidikan sarjana strata 2 Program Magister Ilmu Lingkungan pada Universitas Diponegoro Semarang, lulus tahun 2006.

Bekerja sebagai karyawan PT Pupuk Kalimantan Timur, Tbk Bontang sejak tahun 1981 sampai dengan saat ini.

Memiliki istri bernama Tersina Hetti dan 3 orang anak laki-laki bernama Bramasta Krisnamurti Lasut (Mahasiswa semester I, Bandung), Jeremia Rain Lasut (Kelas 3 SD, Bontang), Edwin Yonathan Lasut (Kelas TK B, Bontang).

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan tesis ini sebagai salah satu persyaratan akademis dalam rangka menyelesaikan pendidikan pada Program Magister Ilmu Lingkungan di Universitas Diponegoro Semarang.

Dalam penyusunan Tesis ini penulis mengambil judul “ **Implementasi Manajemen Bahan Kimia dan Limbah Laboratorium Kimia (Studi kasus di Laboratorium PT Pupuk Kalimantan Timur – Bontang** “, latar belakang dari judul tersebut bermanfaat untuk :

1. Memperbaiki Sistem Manajemen Bahan Kimia dan Limbah Laboratorium yang sudah ada.
2. Memberikan efisiensi biaya dalam hal inventori bahan kimia di laboratorium
3. Mengurangi jumlah bahan kimia kadaluarsa akibat pengelolaan yang tidak optimal.

Implementasi Manajemen Bahan Kimia dan Limbah Laboratorium merupakan ide orisinal dari penulis yang setiap hari bekerja sebagai salah seorang staf laboratorium yang secara langsung melihat kondisi riil operasional laboratorium kimia dimana keterkaitan inventori bahan kimia dengan jumlah limbah yang dihasilkan oleh laboratrorium berhubungan. Diharapkan melalui Tesis ini sistem manajemen bahan kimia dan limbah laboratorium yang diimplementasikan dapat menjadikan laboratorium kimia memiliki nilai efisien dan efektif terhadap penggunaan bahan bakunya serta tetap memelihara kondisi lingkungan.

Penulis mengucapkan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu kelancaran penyusunan Tesis ini diantaranya adalah :

1. Rektor Universitas Diponegoro Semarang
2. Direktur Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro Semarang
3. Ketua Program Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang
4. Dosen Pembimbing Universitas Diponegoro Semarang
5. Dosen Penguji Ujian Pendadaran Tesis MIL Undip Semarang
6. Dosen Magister Ilmu Lingkungan dan Jajaran Administrasi Universitas Diponegoro Semarang
7. Direksi PT Pupuk Kalimantan Timur - Bontang
8. Koordinator ITK PT Pupuk Kalimantan Timur - Bontang
9. Ketua Korps Karyawan PT Pupuk Kalimantan Timur
10. Kepala Biro Teknologi PT Pupuk Kalimantan Timur
11. Kepala Biro K3LH PT Pupuk Kalimantan Timur
12. Kepala Subro Laboratorium PT Pupuk Kalimantan Timur
13. Kepala Bagian Unit Usaha Laboratorium
14. Kepala Bagian Laboratorium Proses Produksi
15. Teman-teman mahasiswa MIL kelas Bontang
16. Istri dan anak-anak ku tercinta

Semoga tulisan ini bermanfaat serta apabila terdapat kekurangan dengan segala kerendahan hati penulis mohon maaf.

Bontang, 20 Desember 2006

Penulis,

Robby Lasut

L4K005019

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Lembar pengesahan	ii
Pernyataan	iii
Biodata Penulis	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Abstrak	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 MANAJEMEN BAHAN KIMIA DAN MANAJEMEN LIMBAH LABORATORIUM KIMIA	6
1.2.1 Manajemen Bahan Kimia di Laboratorium Pupuk Kaltim	6
1.2.2 Manajemen Limbah Laboratorium Pupuk Kaltim	7
1.2.3 Jumlah Timbulan Limbah Laboratorium Pupuk Kaltim	8
1.3 PERUMUSAN MASALAH	9
1.4 TUJUAN PENELITIAN	9
1.5 MANFAAT PENELITIAN	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 SISTEM MANAJEMEN LINGKUNGAN ISO 14001	11
2.2 MANAJEMEN LIMBAH LABORATORIUM	14
2.2.1 Pencegahan Polusi (<i>Pollution Prevention</i>)	17
2.2.2 Mempergunakan Sample Skala Mikro	19
2.2.3 Konsep " Less is Better "	19
2.2.4 Pemakaian Bahan Kimia yang Berlebihan	20
2.2.5 Pengendalian Inventori Bahan Kimia	20

2.2.6	Perencanaan Pembelian & Pemakaian Bahan Kimia	20
2.3	MANAJEMEN BAHAN KIMIA DAN PENYIMPANANNYA DI GUDANG	21
2.4	KARAKTERISTIK LIMBAH B3	27
2.5	KEMASAN/KONTAINER UNTUK TIMBULAN LIMBAH B3	32
2.6	ANALISIS S.W.O.T	35
2.6.1	Kekuatan /Strength (S)	36
2.6.2	Kelemahan /Weakness (W)	36
2.6.3	Peluang /Opportunity (O)	36
2.6.4	Ancaman /Threats (T)	37
2.7	SISTEM MANAJEMEN MUTU LABORATORIUM ISO 17025	37
2.8	PENGELOLAAN BAHAN KIMIA KADALUARSA	38
2.9	TIMBULAN LIMBAH LABORATORIUM	39
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		42
3.1	RANCANGAN PENELITIAN	42
3.2	URAIAN PENDEKATAN PENELITIAN	43
3.2.1	Pengenalan Masalah	43
3.2.2	Inventerisasi dan Prioritas Masalah	43
3.3	RUANG LINGKUP PENELITIAN	46
3.3.1	Materi Penelitian	46
3.3.2	Lokasi Penelitian	46
3.4	CARA MEMPEROLEH DATA	46
3.5	TEKNIK PENGAMBILAN DATA	47
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		48
4.1	INVENTORI BAHAN KIMIA DI LABORATORIUM	48
4.1.1	Pengelolaan dan Penanganan Bahan Kimia	48
4.1.2	Rencana Kebutuhan dan Pemenuhan Bahan Kimia	50
4.1.3	Penyimpanan Bahan Kimia di Gudang	51

4.1.4	Audit Gudang	55
4.1.5	Tinjauan Manajemen	56
4.2	BAHAN KIMIA KADALUARSA DAN RUSAK	60
4.2.1	Bahan Kimia Kadaluarsa dan Rusak Kemasan	60
4.2.2	Analisis Penyebab Bahan Kimia Rusak Kemasan dan Kadaluarsa	65
4.2.2.1	Bahan Kimia Rusak Kemasan	65
4.2.2.2	Bahan Kimia Kadaluarsa	66
4.2.2.3	Administrasi Pelaporan Inventori Bahan Kimia	67
4.2.3	Kerusakan Bahan Kimia	68
4.3	ANALISIS S.W.O.T	68
4.3.1	Kekuatan /Strength (S)	68
4.3.2	Kelemahan /Weakness (W)	69
4.3.3	Peluang /Opportunity (O)	70
4.3.4	Ancaman /Threats (T)	71
4.4	TINDAKAN PERBAIKAN	72
4.4.1	Kelola Bahan Kimia Kadaluarsa	72
4.4.2	Komputerisasi Inventori Bahan Kimia	74
4.4.3	Identifikasi	74
4.5	PELUANG PERBAIKAN	76
4.5.1	Hasil Inventori Setelah Perbaikan	76
4.5.2	Perbaikan Prosedur Perencanaan Pembelian Bahan Kimia	76
4.5.3	Perbaikan Prosedur Penerimaan dan Pendataan Bahan Kimia	77
4.5.4	Prosedur Tangap Darurat	78
4.6	RENCANA IMPLEMENTASI	79
4.6.1	Rancangan S.O.P Perencanaan Pembelian Bahan Kimia	79
4.6.2	Rancangan S.O.P Penyimpanan Bahan Kimia Di Gudang	80

4.6.3	Rancangan S.O.P Audit Bahan Kimia di Gudang	80
4.7	MONITORING KINERJA	82
4.8	PERHITUNGAN TIMBULAN LIMBAH (<i>WASTE GENERATOR</i>)	83
4.8.1	Limbah Cair/bulan	83
4.8.2	Limbah Padat/bulan	84
4.8.3	Kategori Timbulan Limbah (<i>Waste Generator</i>)	84
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	85
5.1	KESIMPULAN	85
5.2	REKOMENDASI	86
	DAFTAR PUSTAKA	87

DAFTAR TABEL

No.	No. Tabel	Judul Tabel	Halaman
1	2.3	Bahan Kimia yang tidak bercampur	23
2	4.1	Bahan Kimia di Gudang Laboratorium	46
3.	4.2	Rencana Kebutuhan dan Supply Bahan Kimia tahun 2006	48
4.	4.3	Susunan Tata Letak Penyimpanan Bahan Kimia di Gudang	50
5.	4.4	Perbandingan jumlah bahan kimia	53
6.	4.5	Data Bahan Kimia Kadaluarsa dan rusak Kemasan	58
7.	4.6	Bahan Kimia Kadaluarsa	60
8.	4.7	Bahan Kimia Rusak Kemasan	62
9.	4.8	Bahan Kimia Kadaluarsa B3	70
10.	4.9	Bahan Kimia di Gudang Laboratorium	74
11.	4.10	Monitoring Kinerja	79
12.	4.11	Perbandingan jumlah Limbah Cair	80
13.	4.12	Perbandingan jumlah Limbah Padat	81

DAFTAR GAMBAR

No. Gambar	Judul Gambar	Halaman
1. 2.1	KONSEP SISTEM MANAJEMEN LIMBAH (SML)	12
2. 2.2	HIRARKI MANAJEMEN LIMBAH	16
3. 2.3	PETUNJUK PENYIMPANAN BAHAN KIMIA DI GUDANG	24
4. 2.4	Identifikasi Limbah Berbahaya	29
5. 2.5	Penyimpanan Limbah Bahan Kadaluarsa	31
6. 2.6	Pengisian Form Identifikasi Limbah Berbahaya	31
7. 2.7	Kemasan Limbah Bahan Kadaluarsa	32
8. 2.8	Labeling Kemasan Limbah Kadaluarsa	33
9. 2.9	Proses terbentuknya Limbah berbahaya	37
10. 2.10	Laju Timbulan Limbah Berbahaya	38
11. 3.1	Alur Rancangan Penelitian	42
12. 4.1	Tata Letak Gudang Gas	51
13. 4.2	Tata letak di Gudang Bahan Kimia	54
14. 4.3	Diagram Alir Proses Perencanaan Pembelian Bahan Kimia	55
15. 4.4	Diagram Alir Proses Penerimaan Bahan Kimia	56
16. 4.5	Diagram Alir Audit Gudang	56
17. 4.6	Gudang Penyimpanan Bahan Kimia	57
18. 4.7	Bahan Kimia Rusak Kemasan	58
19. 4.8	Bahan Kimia Kadaluarsa	59
20. 4.9	Bahan Kimia Rusak Kemasan	63
21. 4.10	Bahan Kimia Kadaluarsa	64
22. 4.11	Diagram Alir Rancangan S.O.P Perencanaan Pembelian	76

23.	4.12	Diagram Alir Rancangan S.O.P Penerimaan Barang	77
24.	4.13	Diagram Alir Rancangan S.O.P Audit Gudang	78

LAMPIRAN - LAMPIRAN

Lampiran 1	Gambar : Lokasi Daerah Penelitian Kota Bontang – Kaltim	90
Lampiran 2	Gambar : Lokasi pelaksanaan penelitian di area kawasan PT Pupuk Kaltim 2	91
Lampiran 3		
	Panduan Mutu Laboratorium (PML-01)	92
Lampiran 4	Material Safety Data Sheet (MSDS)	96
Lampiran 5	Daftar bahan kimia yang dapat mengancam Kesehatan manusia	99
Lampiran 6	LAMPIRAN FOTO	110
	FOTO No 1, Bahan Kimia Kadaluarsa	110
	FOTO No 2, Bahan Kimia Rusak Kemasan	110
	FOTO No 3, Gudang Bahan Kimia	111
	FOTO No 4, Bahan Kimia Kadaluarsa	111
	FOTO No 5, Rusak Kemasan	112
	FOTO No 6, Segregasi berdasarkan sifat dan karakteristik Bahan Kimia	112
	FOTO No 7, Uap Bahan Kimia Korosif yang Merusak tempat Penyimpanan	113
	FOTO No 8, Bahan Kimia Rusak Kemasan	113
	FOTO No 9, Bahan Kimia Rusak Kemasan	114
	FOTO No 10, Pembungkusan dengan plastik kontainer Timbulan limbah padat	114

IMPLEMENTASI MANAJEMEN BAHAN KIMIA DAN LIMBAH LABORATORIUM KIMIA (STUDI KASUS DI LABORATORIUM PT PUPUK KALTIM, Tbk)

Robby Lasut¹, Purwanto², Danny Soetrisnanto³

Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro
Jl. Imam Bardjo SH. No. 3 Semarang, Telp/Fax. 024-8453635

ABSTRAKSI

Adanya bahan kimia kadaluarsa dan rusak kemasan diakibatkan oleh karena tidak terkendalinya sistem manajemen bahan kimia sejak dari awal perencanaan sampai dengan pengaturan dan penempatannya di gudang penyimpanan. Jumlah timbulan limbah (*waste generator*) merupakan indikasi seberapa baik implementasi manajemen limbah yang sudah diterapkan dengan mengukur kuantitas timbulan limbah selang waktu tertentu.

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk meminimalisasi potensi limbah yang dapat terjadi pada penanganan bahan kimia di gudang serta pengurangan kuantitas timbulan limbah cair dan padat yang dihasilkan oleh analisis kimia di laboratorium Pupuk Kaltim.

Metode yang digunakan untuk menekan jumlah bahan kimia kadaluarsa dan rusak kemasan melalui memisahkan bahan kimia tersebut terhadap bahan yang masih layak pakai yang disertai identifikasi MSDS untuk keperluan penanganan sebagai limbah bahan B3 sehingga kontaminasi diantara bahan kimia dapat dicegah.

Dari penelitian ini dapat dihasilkan penurunan jumlah bahan kimia yang disimpan di gudang sebesar 27 % dari total persediaan, sedangkan jumlah timbulan limbah bahan B3 berkurang 70 % setelah dilakukan pengelolaan. Pengelolaan bahan kadaluarsa dilakukan dengan mengikuti asas *incompability* sehingga ancaman kontaminasi dapat di minimalkan.

Rekomendasi yang dianjurkan yaitu dengan mengusulkan amandemen S.O.P Perencanaan, Penerimaan Bahan, Audit Gudang sehingga pencegahan polusi dapat dilakukan sejak awal.

Kata kunci : manajemen bahan kimia, timbulan limbah, manajemen limbah laboratorium, MSDS, *incompability*, *Standard Operating Procedure* (S.O.P)

¹ PT Pupuk Kalimantan Timur, Tbk Bontang

² Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang

³ Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang

**IMPLEMENTATION OF CHEMICALS MANAGEMENT AND
WASTE CHEMICAL LABORATORY
(CASE STUDY AT LABORATORY PT PUPUK KALTIM, Tbk)**

Robby Lasut¹, Purwanto², Danny Soetrisnanto³

Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro
Jl. Imam Bardjo SH. No. 3 Semarang, Telp/Fax. 024-8453635

ABSTRACTS

Uncontrolled the environment of the laboratory chemicals ware house since procurement planning until handling and receiving from vendor can occurs damage and expired of the chemicals it self. Temperature and humidity was a critical point to manage this condition. This research approach to minimize pollution of chemicals waste from planning to store it at ware house.

With proper chemicals management can produce a good practice of laboratory waste management and safe the environmental of laboratory. Indicator of the success of implemented the program that reducing amount of waste generator.

Decrease of quantities of chemicals inventory and waste generator was indicate that the proper management will conduct to minimize waste with pollution prevention program. 27 % of reducing inventories chemicals and 70 % reducing of laboratory waste indicate of success the research.

All of the laboratory waste from expired chemicals should be manage by the laboratory management to improve a good laboratory practice. Standard Operating Procedure (S.O.P) is one of the best way to reach it.

Key word : chemicals handling and management, waste generator, waste management, MSDS, *incompability*, *Standard Operating Procedure* (S.O.P).

¹ PT Pupuk Kalimantan Timur, Tbk Bontang

² Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang

³ Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang

Sebab **Aku** ini mengetahui rancangan-rancangan apa yang ada pada-**Ku** mengenai kamu, demikianlah firman **TUHAN**, yaitu rancangan damai sejahtera dan bukan rancangan kecelakaan, untuk memberikan kepadamu hari depan yang penuh harapan.
(Yeremia 29:11)

*(For I know the thoughts that I think toward you, saith the **LORD**, thoughts of peace, and not of evil, to give you an expected end)*

Kupersembahkan untuk :
Negara dan Almamater,
Ibu ku tercinta, Istri ku (Tersina Hetti) yang setia,
Anak-anak ku yang aku sayangi (Bram, Rey dan Edwin),
Semua rekan dan sahabat.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

PT Pupuk Kalimantan Timur merupakan salah satu pabrik pupuk terbesar di dunia yang berada didalam satu kompleks industri dimana produk utamanya berupa pupuk urea butiran (*prill urea*) dan urea gelintiran (*granulle urea*) juga memproduksi amoniak cair yang merupakan bahan baku pembuatan pupuk urea. Pabrik ini mulai masa konstruksi sejak tahun 1979 dengan mengambil konsep pabrik pupuk terapung, namun dengan kebijakan pemerintah pabrik dialihkan ke daratan dan pengelolaan yang sebelumnya dilakukan oleh PT Pertamina dialihkan sepenuhnya kepada Departemen Perindustrian untuk selanjutnya dikenal sebagai sebuah perseroan terbatas dengan nama PT Pupuk Kalimantan Timur.

Pabrik ini mulai menghasilkan produksinya sejak tahun 1984 dimana sebagian hasil produk dipergunakan untuk pasokan kebutuhan pupuk bersubsidi didalam negeri sedangkan sisanya di ekspor ke manca negara antara lain Vietnam, China, Philipina, Malaysia dan Australia.

Spesifikasi pupuk yang memiliki kadar air maksimum 1 % dan kadar biuret maksimum 0,5 % membuat produk PT Pupuk Kalimantan Timur bersaing secara kompetitif dengan produk dari pabrik pupuk sejenis yang ada di tanah air, juga ditunjang dengan letak geografis kota Bontang yang terletak di pesisir bagian timur pulau Kalimantan sehingga proses bongkar muat dalam dan atau luar negeri menjadikan kelancaran dan kemudahan distribusi pupuk urea kepada konsumen.

PT Pupuk Kalimantan Timur memiliki karyawan sekitar 2500 pekerja dimana sebagian besar tinggal dan berdomisili di Bontang membuat kompleks pabrik PT Pupuk Kalimantan Timur tumbuh menjadi sebuah

kota industri yang merupakan cikal bakal terbentuknya Kota Madya Bontang yang dikenal saat ini.

Untuk tetap bersaing secara kompetitif dan menjamin produk unggulan dipasar dalam dan luar negeri, maka PT Pupuk Kalimantan Timur telah mengimplementasikan Sistem Manajemen ISO 9000 untuk menuju kepada sistem manajemen perusahaan kelas dunia, Sistem Manajemen Lingkungan ISO 14001 dalam upaya tetap memelihara lingkungan dan sumber daya yang dipakai dipelihara sesuai dengan kebutuhan, Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMKKK) dalam bidang safety dan hiperkes serta Sistem Manajemen Mutu Laboratorium ISO 17025 untuk tetap memelihara pengendalian kualitas uji mutu pupuk urea dan amoniak cair.

Dalam rangka tetap konsisten dengan persyaratan mutu dan tututan kebijakan perusahaan agar senantiasa memuaskan pelanggan, maka produk pupuk urea dan amoniak cair secara kontinyu dikendalikan melalui prosedur uji kualitas (*quality control*) yang dilaksanakan di laboratorium PT Pupuk Kalimantan Timur.

Laboratorium PT Pupuk Kalimantan Timur adalah suatu unit kerja dibawah koordinasi Biro Teknologi dimana tanggungjawab utama adalah melakukan pekerjaan analisis laboratorium dengan menggunakan prosedur Standard Nasional Indonesia (SNI) maupun Standard Internasional (*American Standard and Testing Methode, Environmental Protection Agency Standard*) sebagai panduan pelaksanaan uji mutu laboratorium.

Laboratorium ini telah dioperasikan sejak PT Pupuk Kalimantan Timur mulai memproduksi, yaitu sekitar tahun 1984. Sumber daya manusia dan sumber daya yang lain mencakup penguasaan teknologi modern didalam analisis kimia, laboratorium ini mampu memenuhi persyaratan Manajemen Sistem Mutu Laboratorium berdasarkan *Internationale Standard Organization* (ISO) 17025 yang mengatur tentang kemampuan laboratorium dalam bidang sistem manajemen serta teknis pelaksanaan

pengujian laboratorium seperti yang dipersyaratkan dalam ketentuan tersebut sejak tahun 1996 dimana pada saat itu badan akreditasi internasional yang dipilih adalah *National Accreditation of Territory Agency* (NATA) Australia, selanjutnya dengan telah terjalinnnya *Mutual Recognition Agreement* (MRA) yaitu kerjasama antara lembaga akreditasi antar negara antara Komite Akreditasi Nasional (KAN) dengan semua lembaga akreditasi se Asia Pasifik (APLAC), maka sejak tahun 2000 semua kegiatan akreditasi laboratorium dialihkan kepada KAN hingga saat ini.

Kegiatan pengendalian pengujian mutu produk pupuk urea yang dilakukan di laboratorium terdiri dari uji mutu kadar nitrogen dalam kisaran baku 46 % berat, kadar air maksimum 1 % , kadar biuret maksimum 0,5 % serta keseragaman ukuran butiran (prilling size) mencapai 90 % yang menjamin bahwa pupuk urea tetap pada kondisi sempurna walaupun mengalami perubahan suhu dan kelembaban pada saat distribusi pupuk dengan mempergunakan kapal pengangkut urea curah ke konsumen dalam dan luar negeri sedangkan untuk amoniak cair kemurnian kadar amoniak dalam kisaran baku minimal 99 %, kadar minyak maksimal 10 ppm, kadar air maksimum 1 %.

Pengendalian selama proses produksi pupuk terhadap bahan baku berupa gas bumi, udara, proses produksi yang dimulai dari reformasi pembuatan gas karbon dioksida (CO_2) melalui pembakaran gas bumi pada suhu tinggi dan pembentukan amoniak (NH_3) melalui kompresi dan pendinginan gas di unit konverter amoniak sebagai bahan dasar pembuatan pupuk urea senantiasa dilakukan oleh laboratorium kimia, demikian juga terhadap kegiatan pemantauan lingkungan dalam bentuk pengendalian terhadap limbah pabrik selama proses produksi maupun kondisi perairan laut atau badan air disekitar lokasi pabrik agar tetap dalam baku mutu yang dipersyaratkan oleh Peraturan Gubernur Kalimantan Timur sebagai penanggung jawab utama kendali lingkungan di daerah dan Undang Undang No.23 tahun 1997 tentang Pengelolaan Llingkungan Hidup.

Pengujian yang sangat beragam di laboratorium yang dilakukan setiap hari disertai jumlah parameter uji yang bervariasi yang harus dipenuhi berakibat kepada pemakaian bahan kimia dalam kuantitas besar harus dikelola dalam bentuk inventori dan penyimpanan bahan kimia laboratorium yang bisa mencapai ± 580 jenis terdiri dari 132 jenis bahan kimia dalam bentuk cair, 187 jenis dalam bentuk bubuk/powder dan 47 jenis gas dalam kemasan botol silinder bertekanan.

Gudang tempat penyimpanan bahan kimia dibangun di area laboratorium dengan luas ± 60 meter persegi yang dilengkapi dengan alat pengatur suhu ruangan (*air conditioner*) agar suhu dan kelembaban bahan kimia yang disimpan dapat dikendalikan sesuai dengan persyaratan dari pabrik pembuat bahan tersebut dengan maksud agar degradasi kualitas dan kuantitas akibat kendali suhu penyimpanan dapat diminimalisasi, alat pemadam api dan alat pelindung diri yang dipakai pada saat pekerja atau staf laboratorium ingin menyimpan dan atau mengambil bahan kimia berbahaya yang terdapat didalam gudang.

Sistem penyimpanan dan pengelolaan bahan kimia ini sangat berpengaruh terhadap kelancaran operasional laboratorium karena karakteristik dari masing-masing bahan kimia tersebut sangat signifikan sehingga dibutuhkan pengetahuan dan pengalaman khusus dalam bidang kelola dan penyimpanan bahan kimia di gudang. Penempatan penyimpanan bahan kimia berdasarkan sifat karakteristik, tidak bisa bercampur (*incompability*) dan potensi bahaya yang dimiliki menjadi dasar dari pengelompokan atau segregasi tempat dan ruang penyimpanan dengan tujuan agar tidak terjadi kontaminasi diantara bahan kimia tersebut sehingga tidak menimbulkan bahaya dan pencemaran didalam gudang penyimpanan.

Rak atau lemari tempat bahan kimia diletakkan dan diatur menurut klasifikasi dan sifat bahaya dari bahan tersebut, rak terbuat dari bahan logam yang diberi pelindung karet pada sisi permukaan datar dengan tujuan agar dapat mengurangi laju korosi yang ditimbulkan apabila

terdapat tumpahan atau bocoran bahan kimia korosif dari kemasan yang rusak.

Pengujian laboratorium terhadap contoh uji dilakukan di masing-masing laboratorium yaitu untuk kualitas mutu produk pupuk urea dan amoniak di laboratorium uji kualitas, pengujian kendali mutu air dan lingkungan di Laboratorium air dan lingkungan serta pengujian bahan baku gas bumi di laboratorium gas dan pelumas (lub oil).

Parameter dan frekwensi uji yang besar disertai dengan beragamnya karakteristik contoh uji membuat laboratorium ini dapat disebut sebagai laboratorium berskala menengah dengan sumber daya manusia berjumlah 103 orang staf laboratorium, sedangkan peralatan analisis kimia yang dimiliki antara lain kromatografi gas, spektrofotometer, *ion analyzer*, kromatografi cairan tekanan tinggi (*High Pressure Liquid Chromatography*), spektrofotometer infra merah, spektrofotometer serapan atom (*Atomic Absorbtion Spectrophotometer*), alat penguji keasaman larutan (pH meter), konduktivitas larutan (*conductivity meter*) dan peralatan khusus untuk pengujian secara fisika terhadap pupuk urea butiran maupun gelintir mencakup uji tekan, uji lolos ukuran butiran, uji benturan pupuk (*impact strength*) dan uji keseragaman ukuran butiran (*roundness test*).

1.2 MANAJEMEN BAHAN KIMIA DAN MANAJEMEN LIMBAH LABORATORIUM

1.2.1 Manajemen Bahan Kimia di Laboratorium Pupuk Kaltim

Iventori dan penyimpanan bahan kimia di laboratorium merupakan kegiatan penting yang harus mendapat perhatian khusus oleh karena sifat dan karakteristik dari bahan kimia tersebut sangat menentukan waktu dan lokasi tempat penyimpanan. Saat ini jenis bahan kimia yang disimpan di gudang laboratorium meliputi :

- a. Bahan kimia berupa cairan sejumlah 224 jenis;
- b. Bahan kimia berupa padat/serbuk (powder) sejumlah 356 jenis;
- c. Bahan kimia berupa gas dalam silinder bertekanan sejumlah 47 jenis.

Dari pengamatan awal yang dilakukan, penulis menemukan beberapa hal yang perlu mendapat perhatian yaitu :

- a. Jumlah bahan kimia kadaluarsa 46 jenis yang diasumsikan sudah tidak layak pakai karena melewati masa kadaluarsa sehingga harus dipisahkan penyimpanannya dan pada akhirnya oleh pengelola laboratorium ditetapkan sebagai timbulan limbah.
- b. Jumlah bahan kimia yang rusak kemasannya \pm 8 jenis yang disebabkan karena kondisi akomodasi gudang tidak bisa mencapai suhu yang di persyaratkan oleh karena kerusakan pengatur udara (air conditioner).
- c. Jumlah bahan kimia berbahaya B3 yang dikelola laboratorium \pm 50 jenis berdasarkan *Environmental Health and Safety* (EH&S), Daftar bahan kimia berbahaya (*Hazardous Chemicals List*).

Penyimpanan timbulan limbah bahan kimia harus juga mengikuti tatacara segregasi seperti yang dilakukan pada penyimpanan awal. Secara umum, pemisahan harus dilakukan juga antara timbulan bahan kimia organik dengan yang an-organik untuk mencegah bercampurnya kedua jenis timbulan tersebut. Ruang tempat penampungan timbulan limbah bahan kimia mutlak memerlukan ventilasi cukup, dan masing-masing kategori kemasan limbah dilengkapi dengan label yang memberikan informasi mengenai jenis dan karakteristik limbah.

Perlu diperhatikan juga tutup kemasan timbulan limbah bahan kimia harus senantiasa dalam keadaan tertutup rapat, akan dibuka apabila ada tambahan limbah baru yang akan dimasukkan kedalam kontainer yang sama.

1.2.2 Manajemen Limbah Laboratorium Pupuk Kaltim

Timbulan limbah akibat dari kegiatan analisis laboratorium merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari proses analisis kimia, oleh karena itu untuk mengurangi atau bahkan menghilangkan potensi limbah tersebut dipakai manajemen limbah laboratorium.

Beberapa dari bahan kimia kadaluarsa yang dijumpai di gudang penyimpanan bahan laboratorium dikategorikan sebagai bahan berbahaya dan beracun (B3), oleh karena itu bahan tersebut juga masuk kedalam kategori limbah bahan B3 yang memerlukan teknis serta pengetahuan khusus didalam pengelolaannya. 22 (dua puluh dua) jenis bahan kimia kadaluarsa dikategorikan sebagai limbah bahan B3 yang menurut Peraturan Pemerintah (PP) No 18 tahun 1999 pasal 1 ayat 3 diwajibkan untuk dilakukan pengelolaannya melalui : reduksi, penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan, pemanfaatan, pengolahan dan penimbunan harus dilakukan oleh pengelola laboratorium yang menghasilkannya.

Oleh karena bahan tersebut sudah kadaluarsa dan berdasarkan *Material Safety Data Sheet* (MSDS) masuk kedalam kelas bahan beracun maka manajemen limbah yang diterapkan hanya dalam bentuk pengelolaan dan penyimpanan saja.

Sedangkan berdasarkan pasal 3 dari Peraturan Pemerintah (PP) No. 18 tahun 1999 yang menyatakan bahwa bahan B3 tidak diperkenankan untuk dibuang ke media lingkungan sebelum dilakukan pengolahan, maka bahan tersebut perlu dipisahkan (segregasi) dari bahan lainnya untuk kemudian disimpan secara terpisah sambil menunggu untuk tindakan berikutnya.

Material Safety Data Sheet (MSDS) bahan merupakan informasi mengenai karakteristik dan sifat utama bahan kimia serta potensi bahaya yang dimiliki oleh bahan kimia sehingga melalui pengetahuan MSDS dapat diprediksi seberapa besar potensi yang dapat dihasilkan apabila bahan kimia B3 ingin dimusnahkan melalui insenerator. Mengingat bahan

tersebut tidak bisa dimusnahkan melalui cara insenerasi maka 22 jenis bahan kimia kadaluarsa harus diperlakukan sebagai limbah B3 dengan ancaman bahaya sebagai berikut :

- a. Berbahaya secara langsung maupun tidak langsung terhadap kesehatan manusia/pekerja;
- b. Dapat mencemarkan dan atau merusakkan lingkungan hidup
- c. Mengancam kelangsungan hidup manusia dan alam sekitarnya atau lingkungan.

1.2.3 Jumlah Timbulan Limbah Laboratorium Pupuk Kaltim

Jumlah timbulan limbah yang dihasilkan laboratorium kimia sampai dengan saat ini belum pernah ditetapkan dengan teliti karena diasumsikan bahwa limbah tersebut tidak besar walaupun potensi ancaman terhadap Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Timbulan limbah hasil analisis kimia dilakukan segregasi terlebih dahulu baru kemudian dibuang ke tempat penampungan atau kemasan untuk kemudian diserahkan kepada Biro K3LH Pupuk Kaltim untuk di bakar dengan metode termal dengan insenerator.

Jenis limbah hasil analisis kimia terdiri dari :

- a. Limbah padat : pupuk urea bekas uji, sisa uji mutu kualitas (*Quality Control*) bahan kimia pabrik, bahan kimia kadaluarsa bentuk cair, tumpahan bahan kimia.
- b. Limbah cair : cuplikan contoh uji, sisa uji mutu kualitas (*Quality Control*) bahan kimia pabrik, bahan kimia kadaluarsa bentuk padat, bahan kimia rusak kemasan.
- c. Limbah gas : sisa pembakaran destruksi, uap gas hasil distilasi, uap gas yang keluar dari kemasan yang tidak tertutup rapat (alkohol, asam, basa, organik)

Secara keseluruhan kuantitas timbulan limbah per bulan \pm 500 Kg dan kategori timbulan limbah (*waste generator*) laboratorium belum pernah ditetapkan untuk pengelolannya.

1.3 PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan kajian diatas dapat ditarik pokok permasalahan yang dihadapi adalah :

- a. Beberapa jenis bahan kimia di dalam gudang penyimpanan telah mencapai usia kadaluarsa dan rusak pada kemasan.
- b. Karena penyimpanan bahan kimia kadaluarsa ditempatkan secara bersama-sama dengan bahan kimia yang lain, maka dapat terjadi kontaminasi dan menimbulkan ancaman potensi bahaya.
- c. Beban timbulan limbah sisa analisis kimia di laboratorium belum dihitung sehingga "*waste generator*" belum teridentifikasi.

1.4 TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini adalah studi kasus terhadap implementasi manajemen limbah yang dipergunakan di laboratorium Pupuk Kaltim dengan tujuan:

- a. Melakukan upaya minimalisasi jumlah bahan kimia kadaluarsa dan rusak kemasan melalui implementasi manajemen bahan kimia dan manajemen limbah.
- b. Mencegah terjadinya kontaminasi bahan kimia akibat salah simpan dan pencegahan polusi di gudang bahan penyimpanan kimia.
- c. Menghitung timbulan sisa analisis kimia sebagai "*waste generator*" di laboratorium.

1.5 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat yang ingin dicapai melalui penelitian ini adalah :

- a. Melalui implemementasi manajemen bahan kimia dan manajemen limbah diharapkan dapat mengurangi jumlah bahan kimia rusak dan atau kadaluarsa sehingga potensi limbah berkurang.
- b. Dengan implementasi manajemen penyimpanan bahan kimia diharapkan tidak terjadi kontaminasi dan polusi bahan kimia di gudang penyimpanan serta tercapainya efektifitas perencanaan pembelian bahan kimia.

- c. Jumlah timbulan limbah laboratorium hasil analisis kimia yang dihitung sebagai "*waste generator*" merupakan indikasi keberhasilan penerapan sistem manajemen lingkungan (SML) secara umum dan secara khusus merupakan indikator keberhasilan penerapan manajemen limbah laboratorium.
- d. Hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pola pikir dari staf dan pengelola laboratorium terhadap manajemen limbah yang optimal.

BAB II

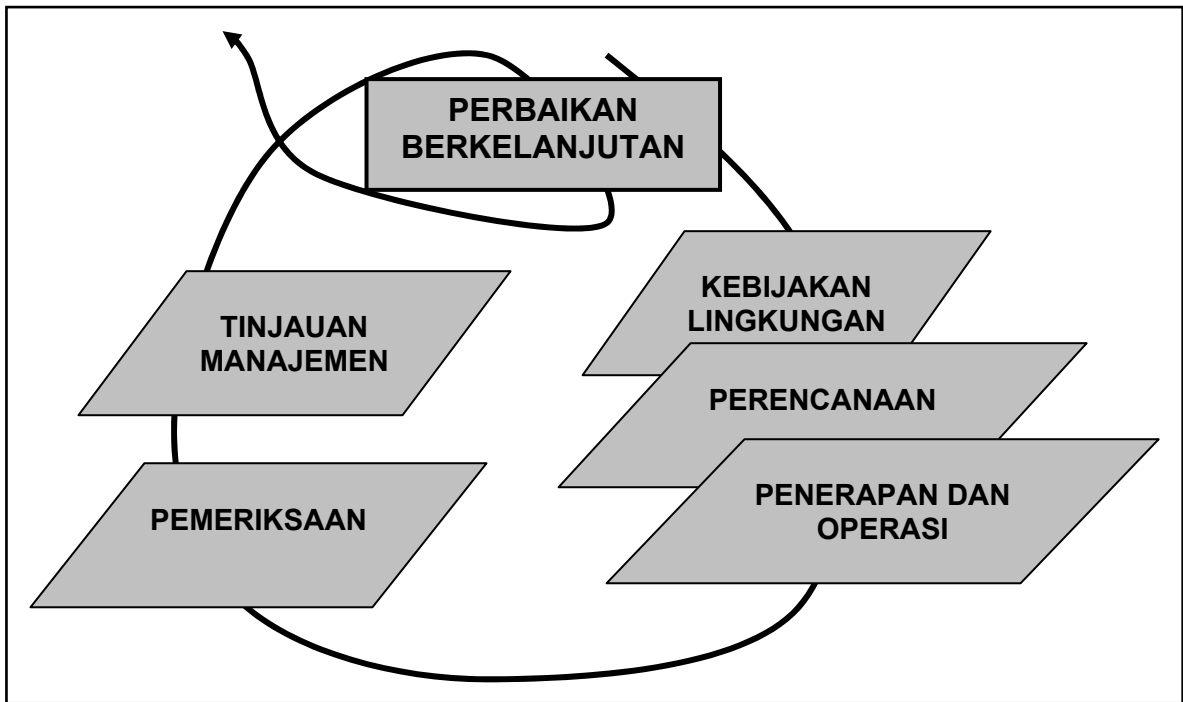
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 SISTEM MANAJEMEN LINGKUNGAN (SML) ISO 14001

Pembangunan berkelanjutan merupakan konsep yang cukup kompleks sebagaimana definisi dari *United Nation of World Commission on Environment and Development (WCED)*, pembangunan berkelanjutan adalah pembangunan yang memenuhi kebutuhan saat ini tanpa mengkompromikan kemampuan generasi-generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhannya sendiri.

Pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development*) menuntut masyarakat agar memenuhi kebutuhan manusia dengan meningkatkan potensi produktif melalui cara-cara yang ramah lingkungan, maupun dengan menjamin tersedianya peluang yang adil bagi semua pihak (WCED, 1987). Sejalan dengan konsep pembangunan berkelanjutan di PT Pupuk Kaltim implementasi terhadap persyaratan Sistem Manajemen Lingkungan (SML) ISO 14001 sudah dilakukan dimana semua kompartemen struktural yang berada dalam struktur organisasi direktorat produksi dituntut untuk senantiasa patuh dan memenuhi persyaratan yang diinginkan termasuk didalamnya laboratorium yang merupakan unit kerja pendukung operasional pabrik.

Secara garis besar konsep SML ISO 14001 seperti yang telah diadopsi oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN) menjadi suatu prosedur standard dengan kode SNI 19-14001-2005 yang memuat semua persyaratan sistem manajemen yang berkaitan dengan pemeliharaan lingkungan. Standard ini berdasarkan kepada metodologi yang dikenal sebagai beberapa tahapan yaitu, Rencanakan-Lakukan-Periksa-Tindakan (PDCA).



Gambar 2.1 Konsep Sistem Manajemen Limbah (SML)

Sumber : SNI 19-14001, 2005

Penjelasannya adalah sebagai berikut :

- a. Rencanakan (*Plan*) :Menetapkan tujuan dan proses yang diperlukan untuk memberikan hasil yang sesuai dengan kebijakan lingkungan organisasi.
- b. Lakukan(*Do*) :Menerapkan proses tersebut
- c. Periksa (*Check*) :Memantau dan mengukur proses terhadap kegiatan lingkungan, tujuan, sasaran, persyaratan peraturan perundangan-undangan dan ketentuan lain yang diikuti organisasi, serta melaporkan hasilnya.
- d. Tindakan (*Act*) :Melaksanakan tindakan untuk meningkatkan kinerja sistem manajemen lingkungan secara berkelanjutan.

Tindakan nyata (*Action Plan*) yang dilakukan laboratorium dalam rangka tetap memelihara kondisi lingkungan agar dapat senantiasa terkendali dalam bentuk :

- a. Secara konsisten mampu memenuhi persyaratan sistem manajemen lingkungan baik yang diatur melalui Undang- Undang maupun Peraturan Pemerintah atau keputusan Kepala Daerah.
- b. Senantiasa melakukan upaya perbaikan terhadap lingkungannya.
- c. Berpijak kepada kehandalan lingkungan yang sudah tercipta sebelumnya sebagai dasar perbaikan berkesinambungan (*continual improvement*).
- d. Melakukan upaya maksimal terhadap investasi dalam rangka pemeliharaan lingkungan.
- e. Berupaya untuk melakukan integrasi antara objektif lingkungan dengan objektif bisnis secara menyeluruh.
- f. Berupaya memberikan lingkungan yang aman bagi pekerja.

Pertanyaan yang sering timbul mengenai mengapa issue lingkungan menjadi penting, karena lebih mudah untuk melakukan identifikasi awal kemungkinan-kemungkinan dampak yang dapat terjadi dalam proses pencegahan daripada mengatasinya apabila telah terjadi kerusakan lingkungan. Dalam lingkup laboratorium dapat dinyatakan sebagai :

- a. Lebih baik melakukan analisis kimia secara benar sejak awal daripada melakukannya berulang kali karena terjadi kesalahan di akhir pekerjaan.
- b. Lebih murah mencegah kebocoran bahan kimia daripada melakukan pembersihan jika sudah terjadi kebocoran.
- c. Lebih murah mencegah polusi sebelum terjadi daripada mengelolanya kalau polusi sudah terbentuk.

Selanjutnya issue lingkungan juga merupakan investasi jangka panjang oleh karena melalui manajemen lingkungan laboratorium dapat bekerja secara efektif dan memiliki tujuan atau sasaran yang akan dicapai oleh organisasi secara keseluruhan.

Kegiatan manajemen inventori bahan kimia dan manajemen limbah laboratorium termasuk dalam upaya untuk memenuhi persyaratan SML ISO 14001 diantaranya secara proaktif senantiasa melakukan :

- a. Perbaikan terhadap *Standard Operating Procedure* (S.O.P) kelola bahan kimia dan penyimpanannya.
- b. Perbaikan terhadap *Standard Operating Procedure* (S.O.P) kelola limbah
- c. Penataan bahan kimia di gudang yang memenuhi ketentuan umum serta aman bagi pekerja dan lingkungan.

2.2 MANAJEMEN LIMBAH LABORATORIUM

Penanganan limbah hasil analisis laboratorium, kelebihan bahan kimia dan limbahnya serta bahan kimia terkontaminasi merupakan kegiatan yang sangat penting di laboratorium dengan tujuan agar kesehatan dan keselamatan (K3) staf laboratorium tetap terpelihara dan dapat dikendalikan, demikian juga ancaman terhadap potensi timbulan limbah bahan kimia kadaluarsa ataupun rusak kemasan dapat diminimalisasi.

Langkah awal dalam manajemen limbah bahan kimia adalah melakukan inventori dan identifikasi terhadap bahan kimia tersebut apakah masuk didalam kategori limbah berbahaya (*hazardous waste*) atau tidak sehingga keputusan untuk melakukan proses pembelian, jumlah dari bahan yang dibeli harus mencerminkan kebutuhan bukan sebagai persediaan (*stock*).

Diupayakan agar bahan kimia senantiasa tidak tersimpan sebagai bahan persediaan di laboratorium apabila bahan tersebut tidak diperlukan, terlebih jika bahan dimaksud merupakan bahan kimia berbahaya, beracun (B3) seperti senyawa-senyawa peroksida, senyawa polintro atau bahan kimia yang sangat reaktif terhadap kandungan air (*water reative*).

Alas meja kerja laboratorium, jas lab bekas pakai, patahan ujung pipet, thermometer yang patah atau benda-benda lain yang terkontaminasi dengan senyawa bahan B3 merupakan timbulan bahan kimia berbahaya

yang harus dikelola atau diserahkan ke lembaga pengelola bahan kimia B3, misalnya Pusat Pengolahan Limbah Industri (PPLI) Cileungsi – Bandung. Timbulan limbah bahan kimia harus dimasukkan kedalam kontainer khusus dan dikemas dengan baik serta informasi tentang jenis dan karakteristik timbulan tercatat pada label kemasan.

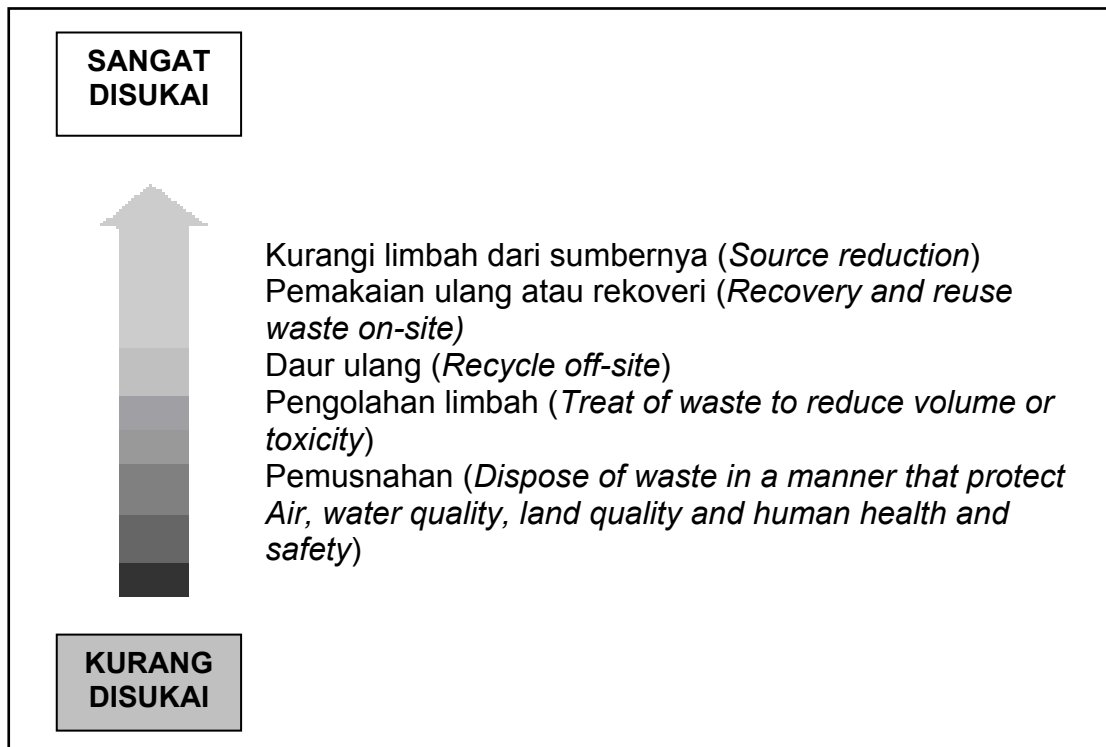
Dalam rangka identifikasi jenis timbulan limbah bahan kimia apakah masuk kedalam kategori bahan kimia berbahaya (B3) atau tidak maka diperlukan inventori jumlah dan jenis limbah disertai cara pengelolaannya sesuai dengan hirarki manajemen limbah.

Ada beberapa cara atau metode yang digunakan untuk mengurangi potensi limbah bahan kimia berbahaya di laboratorium, salah satunya adalah dengan mempergunakan teori hirarki manajemen limbah (*The Waste Management Hierarchy*) seperti gambar 2.2

Hirarki manajemen limbah ini menunjukkan metode atau cara yang dapat ditempuh dan sesuai dengan pengelolaan limbah bahan kimia berbahaya di laboratorium. Pada tingkatan yang teratas merupakan pilihan yang sering dipakai oleh para pengelola laboratorium yaitu dengan cara mengurangi jumlah bahan kimia yang berpotensi menjadi limbah sejak dari proses perencanaan pembelian dan pengadaan bahan tersebut, cara ini adalah yang paling diminati untuk mengurangi polusi akibat limbah bahan kimia.

Namun tidak semua jenis bahan kimia dapat dikurangi jumlahnya sejak awal proses di laboratorium, oleh karena itu pada tingkatan yang berada dibawahnya diharapkan dapat menjadi pilihan bagi pengelola, demikian seterusnya sampai pada suatu tahapan atau kondisi dimana bahan kimia tersebut harus dibuang sebagai limbah melalui saluran pembuangan, landfill, insenerator atau ke udara atmosfer.

Pada tingkatan paling bawah kurang disukai bagi pengelola laboratorium yang ingin tetap memelihara lingkungan.



Gambar 2.2, Hirarki Manajemen Limbah

Sumber : *UIUC CHEMICAL WASTE MANAGEMENT GUIDE* ,2006

Beberapa tahapan dari hirarki manajemen limbah yang dapat dilakukan untuk mencegah dan mengurangi limbah laboratorium adalah melalui (*Pollution Prevention Handbook, 1999*) :

2.2.1 Pencegahan Polusi (*Pollution Prevention*).

Pencegahan polusi adalah suatu kegiatan yang bertujuan untuk mengurangi potensi ancaman pencemaran melalui proses pengurangan, substitusi dari pemakaian bahan kimia yang berpotensi menghasilkan pencemar atau polutan dari sejak awal proses kegiatan tersebut. Kegiatan ini merupakan proses yang mempergunakan banyak media (multimedia) oleh karena dilakukan untuk menghindari terjadinya polusi ke lingkungan dengan tidak memindahkan sumber polutan dari suatu media (misalnya : gas) kedalam media yang lain (misalnya : cairan).

Kegiatan ini berciri penghematan biaya oleh karena pengurangan sumber polusi diupayakan mulai sejak awal kegiatan seperti : minimalisasi bahan baku, konservasi energi, pengurangan potensi pencemaran yang berkaitan dengan proses produksi, substitusi teknologi.

Langkah-langkah yang dilakukan pencegahan polusi (*Pollution Prevention*) senantiasa mengikuti strata atau jenjang hirarki manajemen limbah, artinya apabila minimalisasi atau pengurangan tidak bisa dilakukan pada tahapan pertama yaitu mengurangi timbunan limbah melalui pengurangan pada sumbernya (*reduction waste at source*) maka upaya dilakukan ke langkah dibawahnya yaitu penangkapan kembali dan pemanfaatan kembali (*recovery and reuse waste*) demikian selanjutnya sampai dengan tahapan akhir yaitu pembuangan limbah dalam bentuk disposal ke tempat pembuangan akhir.

Nilai lebih yang dihasilkan dari program ini ialah dapat memberikan keuntungan terhadap semua fasilitas yang dipakai, lingkungan dan personil yang langsung bersentuhan dengan potensi polusi.

Prosedur untuk mengimplementasi program ini adalah sebagai berikut :

- a. Akui bahwa pencegahan polusi (PP) merupakan kebutuhan utama dari laboratorium dan merupakan komitmen semua pihak bersama untuk mencapai tujuan akhir yaitu mengurangi potensi polusi dari sumbernya.
- b. Lakukan manajemen program pencegahan polusi dengan cara menetapkan sasaran dan target yang objektif dan selang waktu pelaksanaan.
- c. Lakukan asesmen atau pemeriksaan berkala terhadap pencapaian sasaran dan target.
- d. Tujuan utama implementasi program ini adalah untuk identifikasi kesempatan mempertahankan fasilitas laboratorium dari ancaman pencemaran polusi.

- e. Asesmen terdiri dari pemeriksaan antara kesesuaian antara sasaran dan target dengan prosentasi pencapaian dalam kurun waktu tertentu.
- f. Kaji ulang sasaran dan target sesuai dengan tingkat produktivitas kegiatan agar pencapaian dapat dilampaui.
- g. Lakukan evaluasi dari masing-masing kegiatan dengan memilih beberapa alternatif atau opsi yang paling menguntungkan bagi laboratorium.
- h. Implementasikan program ini dan lakukan proses evaluasi secara konsisten agar pencapaian sasaran dan target dapat menjadi bahan perbaikan ke langkah berikutnya.

Beberapa jenis dan teknik pencegahan polusi (*Pollution Prevention Hand book* – 1999) yang dapat diaplikasikan, yaitu:

- a. Rangkaian Perencanaan Produksi (*Production Planning and Sequencing*)
Perencanaan produksi untuk mengoptimalkan penggunaan bahan baku.
- b. Modifikasi proses atau peralatan (*Process or Equipment Modification*)
Ubah proses, parameter atau peralatan yang dipakai agar dapat mengurangi jumlah limbah yang akan diproduksi.
- c. Substitusi bahan baku (*Raw Material Substitution or Elimination*)
Ganti bahan baku yang sedang berjalan dengan bahan yang ramah lingkungan atau bahan yang menghasilkan limbah tidak beracun.
- d. Pencegahan polusi dan pengendalian (*Loss Prevention and Housekeeping*)
Lakukan perawatan berkala terhadap semua fasilitas dan bahan untuk minimalisasi kebocoran, tumpahan, penguapan dan hal lain yang dapat berpotensi polusi bahan kimia beracun.
- e. Pemilahan limbah (*Waste Segregation and Separation*)

Senantiasa lakukan upaya pencegahan pencampuran beberapa jenis limbah secara bersama di tempat kemasan penyimpanan sementara. Hal ini dapat mempermudah apabila limbah tersebut akan di daur ulang atau proses lainnya.

f. Daur ulang tertutup (*Closed Loop Recycling – Use*)

Apabila fasilitas di laboartorium memadai untuk proses ini, lakukan daur ulang limbah sesuai dengan prosedur yang ada.

Daur ulang adalah kegiatan mengolah limbah menjadi bahan yang dapat dimasukkan kembali kedalam aliran proses produksi.

g. Pelatihan dan Supervisi (*Training and Supervision*)

Lengkapi personil laboratorium dengan informasi yang memadai tentang program minimalisasi limbah melalui cara pelatihan, seminar atau diskusi kelompok dengan harapan agar personil tersebut mampu untuk mempergunakan peralatan dan fasilitas yang dapat mendukung program ini serta tercapainya sasaran dan target yang ditetapkan semula.

2.2.2 Mempergunakan Sampel Skala Mikro

Dengan mempergunakan skala mikro, jumlah sampel yang sedikit diikuti dengan pereaksi atau bahan kimia minimalis dapat menekan polusi dan produksi limbah.

2.2.3 Konsep “ Less is Better “

Dengan mempergunakan bahan kimia dalam jumlah sedikit memiliki pengaruh yang sangat besar, yaitu potensi polusi yang dihasilkan juga berkurang drastis. Dalam proses pengadaan bahan kimia diupayakan pembelian dalam jumlah yang sedikit dan secukupnya, hindari pembelian dalam partai besar sehingga menyita tempat atau gudang bahan kimia dan secara keseluruhan menjadi tidak efisien (*American Chemical Society* ,1993)

Dalam penelitian, 30 % dari jumlah bahan kimia yang dibeli tidak digunakan dan masuk kedalam kategori limbah. Penyimpanan bahan kimia dalam jumlah minimalis lebih mudah pengelolaannya daripada dalam jumlah besar.

2.2.4 Pemakaian Bahan Kimia yang Berlebihan (*surplus chemicals*)

Dengan melakukan kaji ulang kembali terhadap bahan kimia kadaluarsa namun masih dalam kemasan yang sempurna, pemakaian kembali dapat dilakukan asal bahan kimia tersebut belum mengalami proses degradasi.

2.2.5 Pengendalian Inventori Bahan Kimia

Seberapa banyak bahan kimia yang tidak digunakan menunjukkan manajemen pengendalian inventori yang tidak berjalan dengan normal. Beberapa kasus terjadi oleh karena label bahan kimia tidak bisa dipakai sebagai petunjuk identifikasi yang disebabkan oleh karena buruknya sistem penyimpanan bahan kimia.

2.2.6 Perencanaan Pembelian dan Pemakaian Bahan Kimia.

PP 85 tahun 1999, mengenai pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) merupakan suatu kegiatan yang mencakup reduksi, penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan, pemanfaatan, pengolahan dan pengelolaan yang mencakup aspek teknis terdiri dari :

- a. Pengurangan/reduksi pada awal, terjadinya dan akhir proses kegiatan dengan tujuan agar limbah yang dihasilkan minimalis;
- b. Penerapan proses 5 R (*reuse, recyrcle, recovery,refilling,replacing*) ;
- c. Penerapan penyimpanan dan pengumpulan sementara;
- d. Penerapan pemindahan limbah menuju ke tempat lain;
- e. Pre-tretment untuk memudahkan pengangkutan limbah;
- f. Penerapan teknologi penyingkiran limbah (*landfilling*);
- g. Penerapan audit dan perbaikan lingkungan.

2.3 MANAJEMEN BAHAN KIMIA DAN PENYIMPANANNYA DI GUDANG LABORATORIUM

Untuk memenuhi kriteria laboratorium yang sehat maka pengelolaan inventori bahan kimia diupayakan senantiasa terkendali dalam aspek kualitas yaitu mutu bahan kimia harus memenuhi spesifikasi standard yang diperlukan, aspek kuantitas yaitu jumlah yang akan dibeli harus sesuai dengan kebutuhan dan dengan mempertimbangkan bahwa kepemilikan dalam jumlah besar juga memiliki konsekwensi menanggung biaya kelola potensi timbulan limbah apabila bahan kimia tersebut terkontaminasi atau mengalami degradasi mutu sehingga tidak dapat dipergunakan.

Bahan kimia yang baik harus memenuhi beberapa ketentuan umum yaitu :

- a. Mudah diperoleh yaitu proses pengadaan bahan kimia tidak berbelit serta waktu kedatangan atau tiba di gudang dalam waktu singkat.
- b. Konsep siap saji (*just in time*) merupakan pedoman yang menjadi kebutuhan terhadap pengadaan bahan kimia saat ini dimana selang waktu yang terlampau lama menyebabkan terjadinya permasalahan terhadap waktu pakai (*expire date*) dari beberapa bahan kimia tertentu.
- c. Mudah untuk disubsitusi yaitu bahan kimia yang dibeli memiliki beberapa alternatif nama dagang sehingga bukan merupakan monopoli dari pabrik tertentu.
- d. Aman terhadap proses penanganan (*handling*)
- e. Memiliki label atau identifikasi yang jelas tentang sifat dan karakteristik bahan kimia.
- f. Kemasan mampu untuk melindungi kualitas bahan terhadap perubahan kondisi lingkungan sehingga apabila terjadi variasi perubahan suhu tidak berpengaruh terhadap komposisi bahan kimia.
- g. Suhu penyimpanan yang dipersyaratkan mendekati suhu kamar (ambien) di Indonesia.

- h. Apabila merupakan bahan kimia Berbahaya dan Beracun (B3) maka identifikasi MSDS harus senantiasa diikutsertakan disertai sertifikat keaslian produk dari pabrik pembuat. Penyimpanan bahan kimia juga memiliki beberapa aturan dasar yang menjadi pedoman bagi laboratorium untuk memelihara aspek safety dalam hal penyimpanan bahan kimia di gudang melalui segregasi, yaitu :
- Bahan kimia bersifat korosif (asam kuat atau basa kuat);
 - Bahan kimia bersifat mudah terbakar (*flammable*);
 - Bahan kimia mudah bereaksi (*reactive*);
 - Bahan kimia racun (*toxic*).

Penyimpanan bahan kimia di gudang adalah pengetahuan tentang ketidaksesuaian (*incompatible*) antara bahan kimia yang satu dengan yang lain. Tabel berikut menyatakan ketidaksesuaian antara bahan kimia yang satu dengan yang lain dan dipergunakan sebagai dasar pengaturan penyimpanan bahan kimia di gudang.

Tabel 2.1 Bahan Kimia yang tidak bercampur (*Incompatible chemicals*)

Sumber: *Prudent Practices in the Laboratory, 2nd edition*

Chemicals	Incompatible with
<i>Perchloric Acid</i>	<i>Acetic anhydride, bismuth and its alloys, alcohol, paper, wood, grease, oils</i>
<i>Peroxides, organic</i>	<i>Acids (organic or inorganic), avoid friction, store cold</i>
<i>Phosphorus (white)</i>	<i>Air, oxygen, alkalis, reducing agents</i>
<i>Potassium</i>	<i>Carbon tetrachloride, carbon dioxide, water</i>
<i>Potassium chlorate</i>	<i>Sulfuric and other acids</i>
<i>Potassium perchlorate see also chlorates</i>	<i>Sulfuric and other acids</i>
<i>Potassium permanganate</i>	<i>Glycerol, ethylene glycol, benzaldehyde, sulfuric acid</i>
<i>Selenides</i>	<i>Reducing agents</i>
<i>Silver</i>	<i>Acetylene, oxalic acid, tartaric acid, ammonium compounds, fulminic acid</i>
<i>Sodium</i>	<i>Carbon tetrachloride, carbon dioxide, water</i>

Lanjutan Tabel 2.1

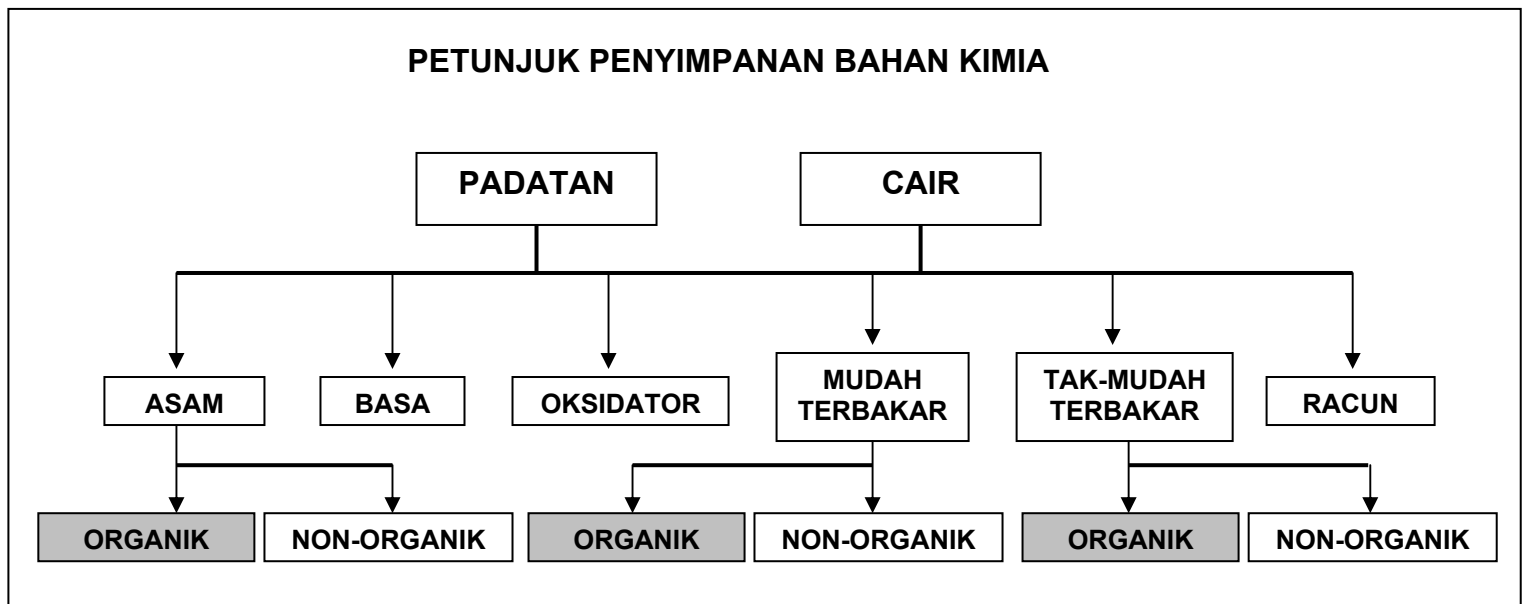
<i>Sodium nitrite</i>	<i>Ammonium nitrate and other ammonium salts</i>
<i>Sodium peroxide</i>	<i>Ethyl or methyl alcohol, glacial acetic acid, acetic anhydride, benzaldehyde, carbon disulfide, glycerin, ethylene glycol, ethyl acetate, methyl acetate, furfural</i>
<i>Sulfides</i>	<i>Acids</i>
<i>Sulfuric acid</i>	<i>Potassium chlorate, potassium perchlorate, potassium permanganate (similar compounds of light metals, such as sodium, lithium)</i>
<i>Tellurides</i>	<i>Reducing Agents</i>

Bahan padatan lebih sulit bereaksi dibandingkan dengan cairan karena kecepatan reaksi dengan bahan lain rendah (dalam kondisi kering) oleh karena itu dapat disusun menurut abjad pada rak, kecuali :

- a. Sulfida harus dipisahkan jauh dengan asam
- b. Senyawa sianida harus dipisahkan terhadap asam, terutama bentuk larutan asam.
- c. Bentuk kristal penol harus dipisahkan terhadap oksidator.

Sedangkan cairan lebih mudah bereaksi dengan bahan lain, oleh karena itu cairan harus disimpan di rak dengan maksimum ketinggian ukuran bahu orang dewasa, untuk larutan asam

- a. Pisahkan antara asam organik dengan asam anorganik seperti asam asetat dengan asam nitrat.
- b. Pisahkan secara tersendiri asam perklorat (perchloric acid);
Cairan mudah terbakar, lebih dari 10 gallon cairan harus disimpan didalam lemari safety atau dalam drum safety.
- c. Khusus untuk bahan-bahan yang termasuk Oksidator dilakukan pengelolaanya sebagai berikut :
 - 1) Jauhkan dari asam, basa, organik dan logam
 - 2) Simpan ditempat dingin



Gambar 2.3, Petunjuk penyimpanan bahan kimia di gudang

Sumber : *Chemicals Store*, 2004

Akumulasi penyimpanan limbah dan bahan kimia kadaluarsa dilakukan dengan :

- a. Sedapat mungkin menyimpan cairan limbah bahan kimia dengan tingkat kesesuaiannya (*compability*).
- b. Jangan menumpuk lebih dari 55 gallon limbah cair bahan kimia ini, seperempat jumlah dari daftar bahan kimia berbahaya (daftar P)

Bahan yang termasuk katagori Logam, dilakukan sesuai jenisnya :

- a. Logam reaktif (misalnya potasium, sodium) dan semua logam dalam bentuk serbuk harus disimpan didalam lemari khusus anti nyala (*flamable cabinet*).
- b. Logam air raksa (mercury) harus disimpan di kontainer yang tidak mudah pecah dengan diletakkan didalam almari khusus.

Pada umumnya setiap pabrik pembuat bahan kimia senantiasa memberikan poster tentang tata cara penyimpanan bahan kimia dengan tujuan agar dapat dicegah kontaminasi dari beberapa bahan kimia yang tidak boleh bercampur.

Pengaturan sistem penyimpanan bahan kimia ini juga menjadi tolok ukur keberhasilan laboratorium didalam melakukan upaya pencegahan polusi (pollution prevention) sejak awal proses kegiatan sehingga diharapkan kegiatan penyimpanan bahan kimia di gudang ini juga tetap memperhatikan aspek lingkungan melalui sistem manajemen lingkungan (SML).

2.4 KARAKTERISTIK LIMBAH B3

Menurut Peraturan Pemerintah (PP) No. 18 tahun 1999 tentang pengelolaan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3), maka limbah dibagi menurut :

- a. Limbah yang berasal dari sumber tidak spesifik;
- b. Limbah yang berasal dari sumber spesifik;
- c. Limbah dari bahan kimia kadaluarsa, tumpahan, kebocoran, rusak kemasan atau yang tidak memenuhi spesifikasi.

Limbah yang berasal dari sumber tidak spesifik adalah limbah B3 yang masuk didalam daftar lampiran 1 PP 18 tahun 1999, dengan kode D 1001a – D 1010a, D 1001b – D 1018b, D 1001c – D 1010c, D 1001d – D 1005d.

Limbah dari sumber spesifik adalah limbah dari hasil produksi pabrik yang sudah diidentifikasi terlebih dahulu karakteristik limbahnya dan diberi kode : D 201 (Pupuk), D 202 (Pestidia), D 203 (Proses Kloro Alkali), D 204 (Resin Adesif), D 205 (Polimer), D 206 (Petrokimia), D 207 (Pengawetan Kayu), D 208 (Peleburan/Pengolahn besi dan baja), D 209 (Operasi Penyempurnaan Baja), D 210 (Peleburan Timah Hitam), D 211 (Peleburan

dan Pemurnian Tembaga), D 212 (Tinta), D 213 (Tekstil), D 214 (Manufaktur dan Perakitan Kendaraan Mesin), D 215 (Elektroplating dan Galvanis), D 216 (Cat), D 217 (Batere Sel Kering), D 218 (Batere Sel Basah), D 219 (Komponen Elektronik/Peralatan Elektronik), D 220 (Eksplorasi dan Produksi Minyak, Gas dan Panas Bumi), D 221 (Kilang Minyak dan Gas Bumi), D 222 (Pertambangan), D 223 (PLTU yang menggunakan bahan bakar Batu Bara), D 224 (Penyamakan Kulit), D 225 (Zat warna dan Pigmen), D 226 (Farmasi), D 227 (Rumah Sakit), D 228 (Lab Riste dan Komersial), D 229 (Fotografi), D230 (Pengolahan Batu Bara dengan Pirolisis), D 231 (Daur Ulang Minyak Pelumas Bekas), D 232 (Sabun Deterjen, Produk Pembersih Disinfektan), D 233 (Pengolahan Lemak Hewani/Nabati dan Derivatnya), D 234 (Alluminium Thermal Metalurgi), D 235 (Peleburan dan Penyempurnaan Seng), D 236 (Proses Logam Non-Ferro), D 237 (Metal Hardening), D 238 (Metal/Plastik Shaping), D 239 (Laundry dan Dry Cleaning), D 240 (IPAL Industri), D 241 (Pengoperasian Insenerator Limbah), D 242 (Daur Ulang Pelarut Bekas), D 243 (Gas Industri), D 244 (Galas Keramik Enamel), D 245 (Seal, Gasket, Packing), D 246 (Produk Kertas), D 247 (Chemical Industrial Cleaning), D 248 (Fotokopi), D 249 (Semua jenis Industri yang menghasilkan Listrik), D 250 (Semua jenis Industri Konstruksi), D 251 (Bengkel Pemeliharaan Kendaraan).

Daftar limbah dengan kode limbah D220, D221, D222, dan D223 dapat dinyatakan limbah B3 setelah dilakukan uji *Toxicity Characteristic Leaching Procedure* (TCLP) dan/atau uji karakteristik.

PP ini menjadi acuan untuk pengelolaan limbah berbahaya yang dihasilkan oleh laboratorium.

Limbah dari bahan kimia kadaluarsa merupakan timbulan limbah yang dihasilkan oleh karena selang waktu pakai bahan kimia sudah terlampaui walaupun bahan tersebut belum dibuka dari kemasannya. Waktu kadaluarsa ditentukan dari pabrik pembuat bahan kimia tersebut dan dicantumkan pada kemasan sisi luar pada label yang tertera dari masing-

masing bahan kimia. Menurut PP No. 18 tahun 1999, daftar limbah bahan B3 kadaluarsa seperti didalam lampiran tabel 1 dari PP tersebut.

Sedangkan apabila limbah tersebut tidak ada dalam daftar diatas, maka untuk menentukan apakah limbah termasuk B3 atau tidak maka pertama kali harus diketahui terlebih dahulu jenis dan karakteristik limbah yang dimiliki apakah termasuk didalam kategori limbah berbahaya atau tidak dengan jalan melihat sifat-sifat limbah berbahaya (*UIUC CHEMICAL WASTE MANAGEMENT GUIDE - 2006*) yaitu :

- a. Mudah terbakar (*flammable*)
 - 1) Cairan yang memiliki titik nyala $< 60\text{ }^{\circ}\text{C}$;
 - 2) Bukan cairan yang dalam kondisi normal dapat terbakar sendiri;
 - 3) Gas yang mudah terbakar;
 - 4) Bahan kimia yang mudah teroksidasi (*oxidizer*).

- b. Korosif (*Corrosive*)
 - 1) Larutan yang memiliki $\text{pH} \leq 2$ atau ≥ 12.5 ;
 - 2) Larutan yang dapat menjadi penyebab korosi besi dengan laju $\geq \frac{1}{4}$ inch per tahun pada suhu $55\text{ }^{\circ}\text{C}$

- c. Reaktif (*reactive*)
 - 1) Dalam kondisi normal tidak stabil dan dapat berubah setiap saat tanpa ada pemicu;
 - 2) Cepat bereaksi dengan air;
 - 3) Dapat meledak apabila bercampur dengan air;
 - 4) Apabila bercampur dengan air menghasilkan gas beracun, uap yang dalam jumlah tertentu dapat menjadi ancaman kesehatan manusia dan lingkungan;
 - 5) Dapat membentuk sianida atau sulfida pada $\text{pH} 2 - 12.5$ dapat membentuk gas beracun, uap yang dalam jumlah tertentu dapat menjadi ancaman kesehatan manusia dan lingkungan;
 - 6) Dapat menjadi bahan peledak apabila direaksikan dengan bahan kimia tertentu.

d. Beracun (*toxic*)

- 1) Apabila tutup kemasan rusak, bahan ini dapat memberikan uap beracun dengan paparan sekitar tempat penyimpanannya;
- 2) Bahan ini dapat mengganggu sistem metabolisme saluran darah didalam tubuh manusia sehingga keterpaan dalam selang waktu tertentu (nilai ambang batas) mengakibatkan kematian.

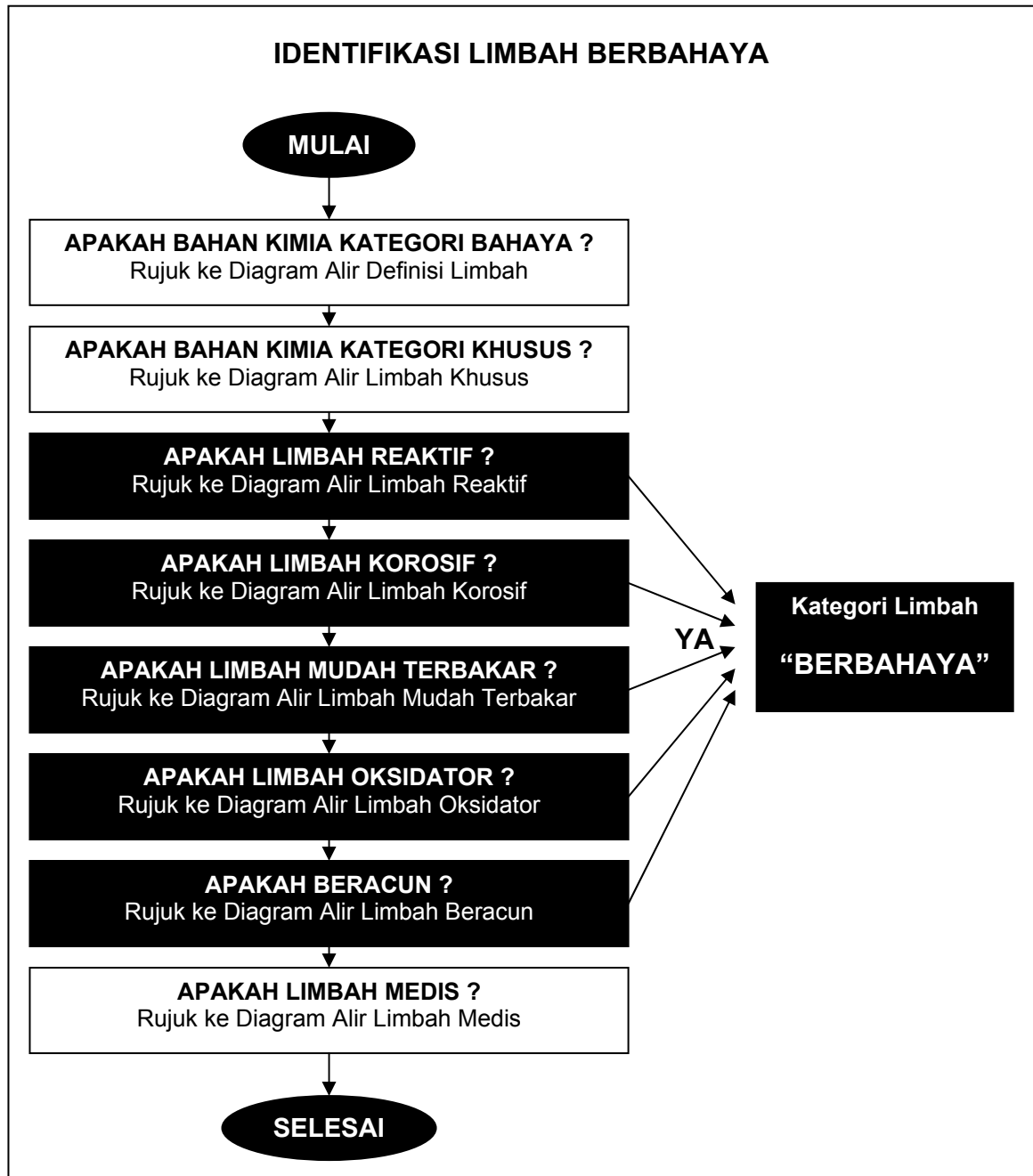
Semua limbah bahan kimia yang masuk didalam daftar EPA, D004-DO 43.

2.5 KEMASAN/KONTAINER UNTUK TIMBULAN LIMBAH B3

Apabila sudah ditetapkan suatu substansi masuk kedalam kategori limbah berbahaya laboratorium yang tidak bisa diolah lagi (*disposal*), maka cara kemasan dan identifikasi tempat kemasan dari limbah dimaksud harus mendapat perhatian serius oleh karena pengelolaan yang salah terhadap limbah *disposal* dapat menjadi ancaman gangguan kesehatan bagi pekerja dan kerusakan lingkungan di laboratorium.

Upaya yang dilakukan dalam rangka pembuangan limbah berbahaya tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Identifikasi penamaan tempat penampung limbah (*labelling of waste container*);
- b. Tempat penampung limbah mutlak harus diberi identifikasi "LIMBAH BERBAHAYA" untuk menghindari terjadinya salah pengelolaan;
- c. Pencantuman jenis dan karakteristik limbah sangat membantu pekerja didalam melakukan segregasi kemasan limbah berbahaya;
- d. Kemasan yang tepat (*proper container*);
- e. Tempat kemasan/botol penyimpanan limbah berbahaya diupayakan sejenis dengan asal limbah tersebut atau dapat dipakai botol yang memiliki kapasitas 4-5 liter dengan tutup yang masih berfungsi dengan sempurna;



Gambar 2.4 Identifikasi Limbah Berbahaya

Sumber : *Waste Determination, GWU, 2006*

- f. Penyimpanan berdasarkan karakteristik limbah berbahaya (*storage, compability & safety*) untuk mencegah kontaminasi dengan substansi lain;
- g. Tidak dibenarkan untuk menyimpan kemasan limbah berbahaya berada dekat dengan saluran pembuangan (*drainage, sink*) atau meletakkannya berdampingan dengan limbah berbahaya lain dari substansi yang tidak sesuai (*imcompability*) untuk menghindari apabila terjadi kebocoran dan limbah tersebut dapat beraksi membentuk ledakan, nyala atau menghasilkan racun.

Langkah berikutnya apabila telah diketahui jenis limbah laboratorium masuk kedalam kategori tidak berbahaya maka dilanjutkan dengan melakukan segregasi terhadap limbah tersebut dengan memisahkan antara bentuk cairan dan padatan.

Cairan bisa langsung dibuang melalui saluran pembuangan sedangkan padatan harus ditempatkan kedalam kemasan yang diberi label sesuai dengan karakteristik limbah yang dimiliki dan diserahkan kepada badan atau lembaga yang memiliki kewenangan kelola limbah. Sedangkan apabila masih ada keraguan tentang sifat dan karakter limbah tersebut, cara yang bijak adalah menetapkannya sebagai limbah berbahaya sehingga pengolahan dan penyimpanannya mengikuti prosedur seperti diatas.

Langkah yang dilakukan untuk memisahkan dan atau membuang timbulan bahan kimia kadaluarsa dan rusak kemasan adalah :

- a. Evaluasi

Lakukan evaluasi terhadap bahan kimia yang dipertimbangkan sudah menjadi timbulan limbah, kondisi secara fisik apakah merupakan senyawa tunggal atau campuran, masuk kedalam kategori limbah B3 atau tidak.

Upaya yang dilakukan dalam rangka pembuangan limbah berbahaya tersebut adalah sebagai berikut :

- 1) Identifikasi penamaan tempat penampung limbah (*labelling of waste container*);
- 2) Tempat penampung limbah mutlak harus diberi identifikasi “LIMBAH BERBAHAYA” untuk menghindari terjadinya salah pengelolaan;
- 3) Kumpulkan timbulan limbah bahan kimia kadaluarsa
- 4) Kontainer tempat penyimpanan limbah bahan kimia kadaluarsa harus memiliki tutup yang baik dan dilengkapi dengan label tentang informasi karakteristik limbah yang tersimpan untuk kemudian diletakkan di tempat terpisah.



Gambar 2.5 Penyimpanan Limbah Bahan Kadaluarsa

- b. Lengkapi form pembuangan limbah bahan B3 dengan informasi mengenai nama, kandungan, tanggal dibuang serta sifat karakteristik bahan kimia B3 tersebut.



Gambar 2.6 Pengisian Form Identifikasi Limbah Berbahaya

Jika semua bahan kadaluarsa telah dimasukkan kedalam kemasan yang baik, letakkan kedalam drum atau tong dengan mengikuti tata cara berikut :

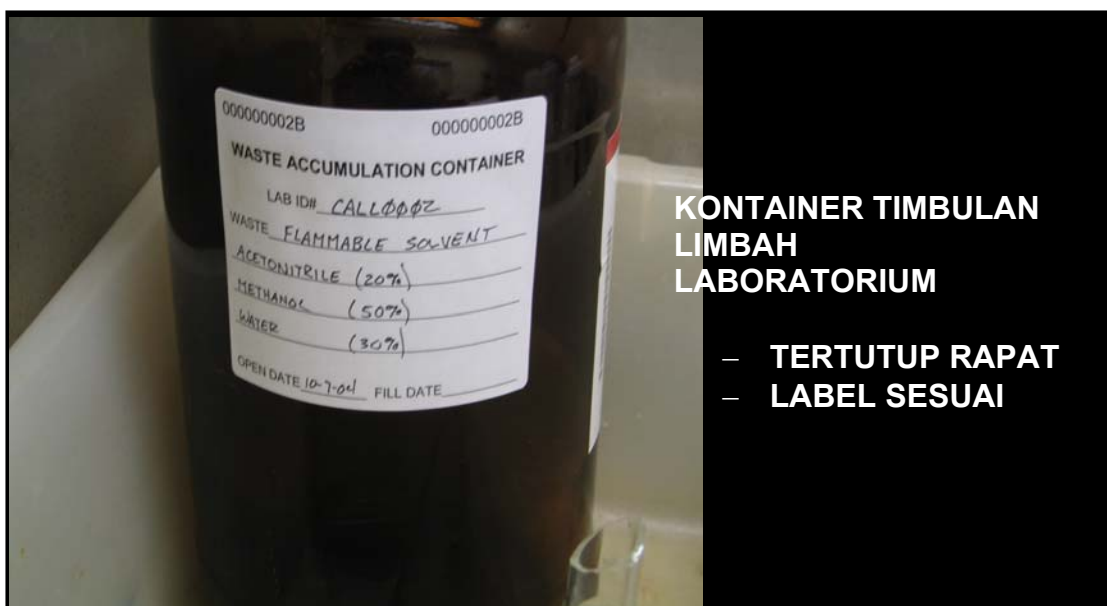
Drum yang dipakai adalah drum dengan volume cukup besar dan memiliki tutup yang baik serta untuk penyimpanan bahan padatan masukkan kedalam drum pasir kwarsa atau butiran vermikulit untuk mencegah guncangan selama transportasi atau pemindahan ke tempat penampungan sementara.



Gambar 2.7 Kemasan Limbah Bahan Kadaluarsa

c. Labelling

Langkah terakhir dan yang paling menentukan adalah pemberian label informasi mengenai isi drum sebab tanpa label maka akan dapat terjadi kesalahan penanganan dan penyimpanan.



Gambar 2.8 Labelling kemasan Limbah Bahan Kadaluarsa

2.6 ANALISIS S.W.O.T

Analisis SWOT adalah suatu alat yang dipakai untuk melakukan identifikasi dan analisis terhadap Kekuatan (*Strength*), Kelemahan (*Weakness*), Peluang (*Opportunity*) dan Pembelajaran (*Threats*) yang dimiliki oleh suatu organisasi untuk menetapkan kebijakan apa yang akan diambil agar tujuan organisasi tersebut tercapai.

Alat ini dapat dipergunakan untuk menuntun penentu kebijakan dalam suatu organisasi menemukan jalan keluar dari permasalahan yang ada melalui teknik audit kemampuan dan tindakan perbaikan terhadap kelemahan yang disertai pengetahuan eksternal yang dapat mempengaruhi keputusan yang diambil.

Analisis SWOT terdiri dari 4 (empat) aspek, yaitu :

2.6.1 Kekuatan /Strength (S)

Pengaruh internal yang dapat dikendalikan dan memberikan gambaran aspek kekuatan organisasi yang dimiliki serta pencapaian target dari rencana.

Untuk menjawab atau mengisi kekuatan tersebut maka jawaban dari pertanyaan berikut dapat menjadi panduan, yaitu :

- a. Apa kelebihan utama organisasi ?;
- b. Apakah organisasi lebih unggul dari pesaing ?;
- c. Apa yang menjadi rahasia dalam pemanfaatan sumber daya secara optimal?;
- d. Apa yang dilihat lingkungan sekitar tentang kekuatan yang dimiliki ?.

2.6.2 Kelemahan /Weakness (W)

Pengaruh internal yang dapat dikendalikan dan merupakan hambatan atau kendala dalam pencapaian target.

Untuk menjawab atau mengisi kelemahan tersebut maka jawaban dari pertanyaan berikut dapat menjadi panduan, yaitu :

- a. Apa yang dapat diperbaiki ?;

- b. Apa yang harus dihindari ?;
- c. Apa yang menjadi penghalang atau kendala ?;
- d. Apa tanggapan sekitar organisasi mengenai kelemahan ini ?.

2.6.3 Peluang /Opportunity (O)

Pengaruh eksternal yang tidak dapat dikendalikan namun dapat diambil keuntungan darinya

- a. Bagaimana peluang yang ada ?;
- b. Bagaimana kecenderungan arah bisnis ?;
- c. Apakah masih dalam batasan ruang lingkup ?.

2.6.4 Ancaman /Threats (T)

Pengaruh eksternal yang tidak dapat dikendalikan namun dapat dipakai sebagai pembelajaran.

- a. Apa yang dilakukan pesaing utama ?;
- b. Apa ada perubahan spesifikasi dan teknologi ?;
- c. Apakah kelemahan diketahui pihak pesaing ?.

2.7 SISTEM MANAJEMEN MUTU LABORATORIUM ISO 17025

Sistem Manajemen Mutu ISO 17025 adalah suatu sistem yang mengatur mengenai kegiatan manajerial dan teknis laboratorium pengujian/kalibrasi yang terdiri dari 15 persyaratan manajerial dan 10 persyaratan teknis.

Tujuan diterapkannya sistem manajemen mutu laboratorium ini adalah untuk menjamin kepada pelanggan yang melakukan pengujiannya di laboratorium terakreditasi bahwa semua pekerjaan dilakukan berdasarkan urutan prosedur kerja baku serta dapat didokumentasikan, penggunaan peralatan terkalibrasi mampu telusur dan pemakaian metode uji bertaraf nasional dan internasional guna jaminan mutu hasil analisis agar tercapai kepuasan pelanggan.

Lembaga yang memiliki kewenangan untuk melakukan pemeriksaan terhadap laboratorium yang sudah terdaftar sebagai laboratorium akreditasi adalah Komite Akreditasi Nasional (KAN), sedangkan untuk kepentingan sertifikat analisis berorientasi komoditi ekspor, lembaga ini telah menjalin kerjasama saling mengakui di kawasan Asia Pasifik dengan nama APLAC .

Prosedur laboratorium yang terkait dengan inventori bahan kimia adalah Panduan Mutu Laboratorium 01 (PML-01) elemen 4.6 dan Prosedur Jaminan Mutu bagian E tentang pengadaan bahan dan atau barang di laboratorium.

2.8 PENGELOLAAN BAHAN KIMIA KADALUARSA

Bahan kimia kadaluarsa adalah bahan kimia yang dikategorikan tidak layak untuk dipakai ataupun disimpan didalam gudang dimana bahan tersebut telah mengalami degradasi kualitas ataupun masa pakai sejak diproduksi telah terlampaui.

Hal ini terjadi oleh karena :

- a. Perencanaan pembelian dan pengadaan bahan kimia yang tidak memasukkan parameter jumlah serta frekwensi penggunaan dalam kurun waktu tertentu.
- b. Sistem pengendalian lingkungan tempat penyimpanan yang tidak bisa memenuhi persyaratan minimal yang dikehendaki oleh pabrik pembuat bahan tersebut.
- c. Tidak berfungsinya kontrol pengendalian persediaan bahan kimia melalui sistem inventory berakibat jumlah barang tersisa tumpang tindih dengan rencana pembelian bahan yang baru.
- d. Penggunaan metode uji yang beragam yang disertai dengan variasi bahan kimia secara langsung mempengaruhi sistem inventory dan penyimpanannya.

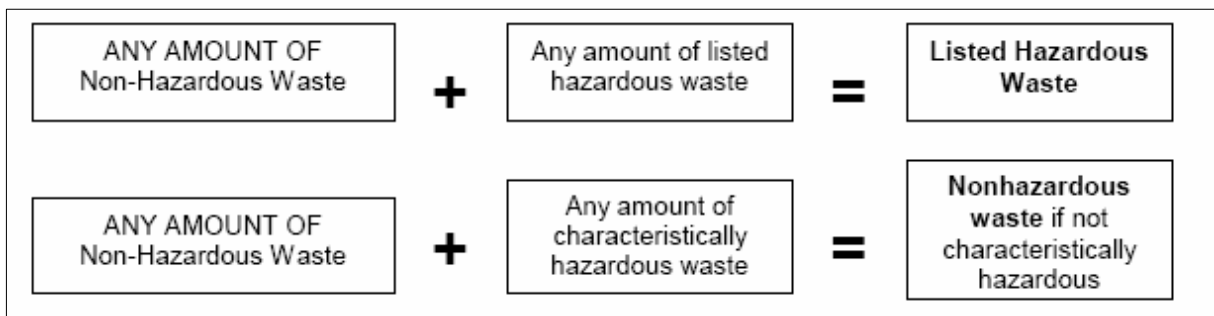
Kegagalan pengelola laboratorium didalam mengelola bahan kimia kadaluarsa ini menjadikan laboratorium akan menjadi penghasil limbah bahan kimia berbahaya yang sangat mencemari lingkungan oleh karena untuk memusnahkannya diperlukan prosedur khusus serta personil yang memiliki kompetensi dalam hal tersebut.

Cara yang bisa diimplementasikan serta tidak mengancam pencemaran lingkungan adalah sebagai berikut :

- a. Hubungi produsen bahan kimia tersebut dengan cara mencari alamat bisa melalui internet dan melakukan komunikasi tentang prosedur pemusnahannya;
- b. Hubungi Departemen *Environment Health & Safety* (EH&S) yang berkompeten didalam penanganan bahan tersebut;
- c. Identifikasi secara jelas melalui prosedur penandaan (labelling) untuk memilah bahan kimia yang sudah kadaluarsa;
- d. Perhatikan cara penanganan dan pemindahan dari gudang bahan kimia menuju tempat khusus yang telah disiapkan, karena beberapa bahan memiliki sifat tidak stabil sebagai contoh adalah : *dry picric acid, dry perchlorates, elemental phosphorus, and old ethyl ether*;
- e. Lengkapi data bahan kimia tersebut dengan rumus kimia beserta MSDS melalui lembar kartu kontrol yang digantungkan pada tutup kemasan bahan kadaluarsa;
- f. Kaji ulang secara menyeluruh sistem inventory bahan kimia untuk dengan segera dapat mampu telusur apabila diketemukan bahan kimia kadaluarsa kembali.

2.9 TIMBULAN LIMBAH LABORATORIUM (WASTE GENERATOR)

Bahan kimia berbahaya yang dipergunakan di laboratorium, pada saat pertama kali kemasan dibuka sesungguhnya sudah menghasilkan limbah yang dapat menjadi ancaman potensi penurunan kesehatan manusia ataupun degradasi lingkungan. Dalam gambar 2.9 dapat diterangkan bagaimana limbah tersebut terbentuk .



Gambar 2.9 Proses terbentuknya Limbah Berbahaya

Sumber : EPA-233-B-00-001

Dari gambar diatas dapat dimengerti bahwa setiap substansi yang berhubungan dengan laboratorium apabila dipergunakan sebagai bahan baku reaksi kimia pasti menghasilkan limbah, seberapa banyak jumlah dari limbah tersebut yang merupakan potensi bahaya dapat dihitung berdasarkan laju buangan limbah dalam 1 (satu) bulan dengan satuan kilogram atau pound (lbs). Apabila mengacu kepada United States Environmental Protection Agency (EPA) jumlah buangan limbah dapat dibagi menjadi 3 (tiga) kelompok, yaitu :

- a. Laboratorium yang memproduksi limbah jumlah kecil (*conditionally exempt small quantity generator, CESQG*);
- b. Jumlah timbulan limbah lebih kecil dari 100 Kg per bulan
Laboratorium yang memproduksi limbah jumlah sedang (*small quantity generator, SQG*);
- c. Jumlah timbulan limbah antara 100 dan 1000 Kg per bulan
Laboratorium yang memproduksi limbah jumlah besar (*large quantity generator, LQG*);

Jumlah timbulan limbah diatas 1000 Kg per bulan

LAJU TIMBULAN LIMBAH PER BULAN		
DIPERTIMBANGKAN SEBAGAI TIMBULAN LIMBAH KECIL	TIMBULAN LIMBAH KECIL	TIMBULAN LIMBAH BESAR
CONDITIONALLY EXEMPT SMALL QUANTITY GENERATOR (CESQG)	SMALL QUANTITY GENERATOR (SQG)	LARGE QUANTITY GENERATOR (LQG)
≤ 1 Kg Limbah Berbahaya ≤ 100 Kg Limbah Berbahaya	≥ 100 Kg Limbah Berbahaya ≤ 1000 Kg Limbah Berbahaya	≥ 1000 Kg Limbah Berbahaya

Gambar 2.10 Laju Timbulan Limbah Berbahaya per Bulan

Sumber : EPA-233-B-00, 2001)

Kuantitas limbah laboratorium berupa cairan sangat banyak dijumpai, oleh karena itu pengukuran dikonversikan menjadi satuan berat dengan mengalikannya dengan density atau specific gravity (mendekati nilai 1 apabila cairan encer).

Misalnya jumlah timbulan limbah cair selama 1 (satu) bulan = 100 liter, asumsi berat jenis cairan = 1, maka kuantitas timbulan limbah cair selama 1 (satu) bulan = $100 \times 1 \text{ Kg} = 100 \text{ Kg}$

Perhitungan didasarkan pada jumlah hari dalam 1 (satu) bulan kalender, maka laporan yang diberikan juga wajib mencantumkan produksi timbulan limbah (*waste generator*) dalam bulan yang tersebut.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 RANCANGAN PENELITIAN

Untuk melakukan penelitian ini dimulai dari pengenalan permasalahan yang menjadi topik atau tema dan dilanjutkan dengan pemilihan prioritas masalah sehingga penelitian tidak bias dan cakupan ruang lingkup tidak menjadi luas.

Tahap berikutnya adalah melakukan pengumpulan data yang berkaitan dengan inventory bahan kimia, identifikasi bahan kimia kadaluarsa, bahan kimia rusak kemasan serta jumlah kuantitas timbulan limbah laboratorium selama kurun waktu 1 (satu) bulan dimana periode ini yang akan dipergunakan sebagai dasar perhitungan timbulan limbah yang dihasilkan laboratorium.

Metode penelitian yang dipakai adalah metode penelitian tindakan (*Action Research*) yaitu suatu proses yang dilalui oleh peneliti yang menghendaki perubahan dalam situasi tertentu untuk menguji prosedur yang ada dengan tujuan agar dapat menghasilkan perubahan kearah menjadi lebih baik yang disertai dengan usulan rancangan prosedur baru sebagai alternatif untuk menggantikan prosedur sebelumnya (Riduan, 2004). Tujuan utama penelitian tindakan adalah untuk mengubah situasi, perilaku, organisasi termasuk struktur mekanisme serta iklim kerja dan sarana dan prasarana.

Dengan memakai data primer yang diperoleh dapat dilakukan analisis terhadap implementasi manajemen bahan kimia dan manajemen limbah laboratorium untuk kemudian proses evaluasi terhadap prosedur yang sudah ada serta menghasilkan masukan untuk membuat rancangan

prosedur baru yang lebih efektif dan efisien sebagai alternatif model manajemen limbah laboratorium.

Prosedur yang diperoleh dilengkapi dengan langkah-langkah praktis dalam bentuk rancangan *Standard Operating Procedur* (S.O.P) yang menjadi pedoman bagi pengelola laboratorium dalam mempertimbangkan menjadi suatu prosedur baru.

3.2 URAIAN PENDEKATAN PENELITIAN

3.2.1 Pengenalan Masalah

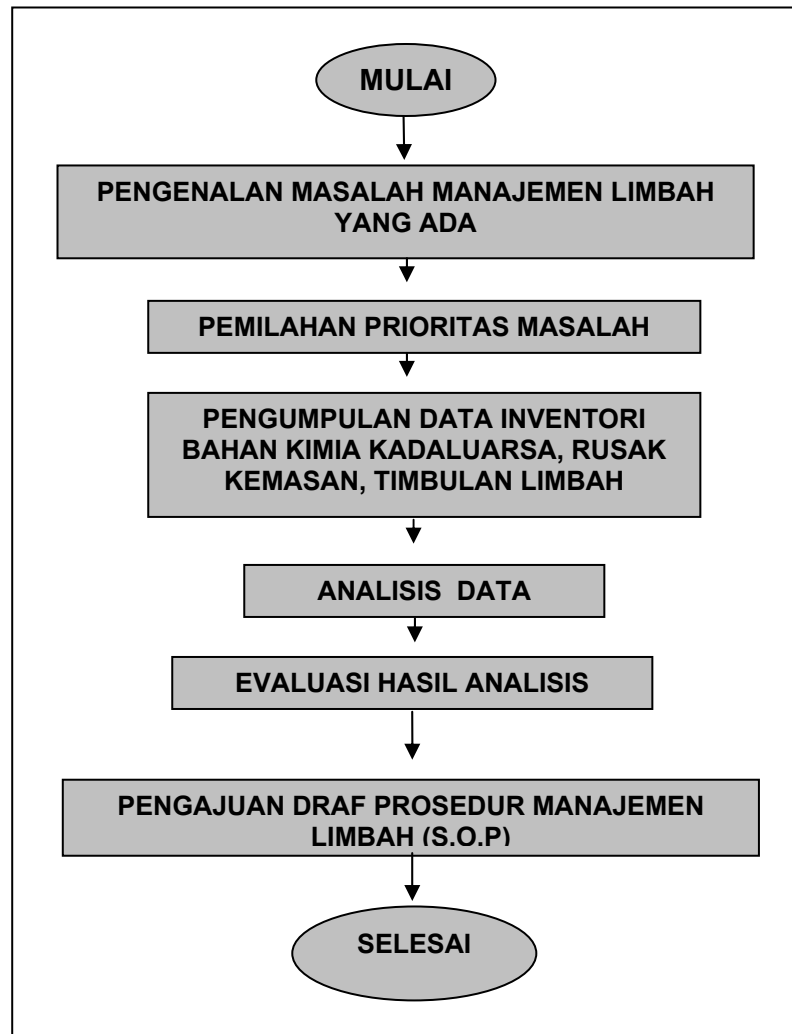
Dari pengamatan langsung ditetapkan prioritas masalah yang akan diteliti adalah sebagai berikut :

- a. Inventori bahan kimia di gudang penyimpanan laboratorium, data diperoleh dengan cara mengumpulkan informasi yang berkaitan dengan jumlah total bahan kimia, bahan berbahaya dan beracun (B3), bahan kimia kadaluarsa, bahan kimia rusak kemasan.
- b. Jumlah buangan timbulan limbah ke saluran pembuangan, penampungan dan ke udara ambien (untuk limbah gas) selang kurun waktu 1 (satu) bulan.

3.2.2 Inventarisasi dan Prioritas masalah

Masalah yang akan diteliti adalah masalah yang memiliki potensi polusi terbesar serta ancaman kerusakan lingkungan.

- a. Pengumpulan data dari catatan inventori :
 - 1) Jumlah total bahan kimia yang disimpan di gudang laboratorium;
 - 2) Bahan kimia dalam bentuk cairan yang ada di gudang;
 - 3) Bahan kimia dalam bentuk padatan yang ada di gudang;
 - 4) Bahan kimia dalam bentuk gas yang ada di gudang;
 - 5) Bahan kimia kadaluarsa, rusak kemasan;
 - 6) Jumlah timbulan limbah laboratorium selang waktu 1 bulan.



Gambar 3.1 Alur Rancangan Penelitian

Pengumpulan data dari catatan analisis di laboratorium yang terdiri dari Lab Air dan Lingkungan, Lab Uji Kualitas yang berkaitan dengan penggunaan bahan kimia disertai data sisa bahan kimia yang dibuang ke saluran pembuangan dan atau ke penampungan khusus.

Dari data ini akan dihitung total timbulan beban limbah yang diproduksi laboratorium sebagai "waste generator" selang kurun waktu 1 (satu) bulan.

a. Analisis Data

- 1) Mengolah data dari catatan inventori pembelian dan penyimpanan bahan kimia selang waktu tahun 2005 – 2006;
- 2) Memilah data bahan kimia baik, kadaluarsa dan rusak kemasan;
- 3) Dari data bahan kimia rusak kemasan dipilah lagi menjadi yang masuk kategori bahan B3 dan yang tidak;
- 4) Untuk bahan kimia B3 diperiksa cara pemusnahannya melalui MSDS;
- 5) Menghitung jumlah timbulan limbah yang dihasilkan laboratorium selang waktu 1 (satu) bulan, kemudian mengkonversikannya menjadi CSQG, SQG dan LQG;

b. Evaluasi Hasil Analisis

- 1) Melakukan kaji ulang terhadap S.O.P manajemen sistem mutu ISO 17025 tentang perencanaan pembelian, penyimpanan bahan kimia dan audit gudang penyimpanan bahan kimia;
- 2) Memberikan rancangan perbaikan dengan mendasarkan kepada manajemen bahan kimia dan manajemen limbah laboratorium;
- 3) Berdasarkan MSDS bahan kimia, melakukan rancangan upaya pemusnahan bahan kimia kadaluarsa dengan tetap memperhatikan aspek pencegahan polusi;
- 4) Mengajukan rancangan upaya pencegahan kerusakan kemasan bahan kimia;
- 5) Inventori masalah yang belum bisa diselesaikan melalui manajemen bahan kimia dan manajemen limbah ini;
- 6) Menghitung laju kuantitas timbulan limbah "waste generator" per bulan, membandingkannya dengan rujukan "waste generator" dari *Environmental Protection Agency (EPA)* untuk memperoleh kategori *conditionally exempt small quantity*

generator (CESQG), small quantity generator (SQG), large quantity generator (LQG).

- c. Pengajuan rancangan *Standard Operating Procedure* (S.O.P)

Langkah ini dilakukan sebagai tindak lanjut hasil kaji ulang terhadap prosedur yang sudah ada untuk kemudian mengajukan rancangan perubahan prosedur S.O.P manajemen bahan kimia dan manajemen limbah.

3.3 RUANG LINGKUP PENELITIAN

3.3.1 Materi Penelitian

- a. Inventori bahan kimia di laboratorium tahun 2005 - 2006
- b. Inventori bahan kimia kadaluarsa, rusak kemasan bahan kimia B3 mulai tahun 2005 sampai dengan saat ini.
- c. Kuantitas laju "waste generator" di laboratorium kurun waktu 1 bulan

3.3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di laboratorium kimia – Biro Teknologi PT Pupuk Kaltim Bontang yang berlokasi di area pabrik pupuk kaltim.

3.4 CARA MEMPEROLEH DATA

Data diperoleh melalui :

- a. Pencatatan jumlah bahan kimia yang dipakai dan bahan kimia yang kadaluarsa, bahan kimia rusak kemasan;
- b. Pencatatan karakteristik limbah B3 terhadap bahan kimia kadaluarsa berdasarkan MSDS;
- c. Pencatatan sumber dan kuantitas limbah padat, limbah cair yang dihasilkan kurun waktu 1 bulan;

- d. Pencatatan kondisi awal dan setelah implemetasi penelitian terhadap kuantitas timbulan limbah padat dan cair di laboratorium;
- e. Perhitungan jumlah analisis kimia yang dilakukan di laboratorium kurun waktu 1 bulan;
- f. Perhitungan jumlah sample yang dipergunakan sebagai cuplikan;
- g. Perhitungan timbulan limbah laboratorium kurun waktu 1 bulan.

3.5 TEKNIK PENGAMBILAN DATA

Data diperoleh dari catatan harian inventori bahan kimia yang dilakukan oleh Lab Inventory sedangkan untuk perhitungan laju “*waste generator*” diperoleh melalui perhitungan timbulan limbah sesuai jumlah analisis yang dilakukan oleh Lab Air dan Lingkungan, Lab Uji Kualitas.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 INVENTORI BAHAN KIMIA DI LABORATORIUM

Catatan inventori bahan kimia yang disimpan di gudang laboratorium adalah selang waktu antara tahun 2005 – 2006 adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1, Bahan Kimia di Gudang Laboratorium periode 2005 – 2006

No	Nama bahan kimia	Jumlah item(ea)	Kuantitas
1	Bahan kimia dalam bentuk cairan (liter)	224	5.098 liter
2	Bahan kimia dalam bentuk powder (Kgram)	388	3.600 kg
3	Gas (silinder)	47	196 silinder
	Total	627	

Sumber : Hasil Penelitian

4.1.1 Pengelolaan dan Penanganan (*handling*) Bahan Kimia

Berdasarkan catatan persediaan bahan kimia (inventori) di gudang selama tahun 2006 dapat dibagi menjadi beberapa kategori, yaitu :

- a. Bahan kimia sering dipakai (*fast moving*), artinya bahan tersebut dalam selang waktu 6 (enam) bulan terakhir aktif masuk dan keluar gudang.

Tingkat kebutuhan dan tingkat pemenuhan bahan berlangsung seimbang sehingga tidak ada bahan kimia sisa ataupun tersimpan lama di gudang laboratorium;

Untuk bahan kimia cair kategori dibutuhkan (*fast moving*) = 41 jenis

Untuk bahan kimia padatan kategori dibutuhkan (*fast moving*) = 36 jenis

- b. Bahan kimia tidak pernah dipakai (*slow moving*), artinya bahan tersebut dalam selang waktu 1 (satu) tahun tidak mengalami perubahan sehingga tidak dilakukan perencanaan tambahan pembelian.

Untuk bahan kimia cair tidak dibutuhkan (*slow moving*) = 183 jenis

Untuk bahan kimia padatan tidak dibutuhkan (*slow moving*) = 352 jenis

- c. Jumlah bahan kadaluarsa yang sudah tidak tercatat dalam inventori bahan kimia di gudang sebanyak = 46 jenis terdiri dari 34 jenis bentuk cair dan 12 jenis bentuk padatan/powder.

Bahan kimia ini masuk kedalam kategori timbulan limbah sebab tidak dapat dipergunakan untuk analisis kimia karena selang waktu antara masa kadaluarsa sudah terlampaui.

Penyimpanan sementara dilakukan dengan menempatkannya pada kompartemen rak terpisah dari bahan kimia belum kadaluarsa, namun masih didalam ruangan gudang bahan kimia.

Rencana pembuangan belum dilaksanakan oleh karena beberapa jenis dari bahan tersebut merupakan limbah bahan B3 sehingga pemusnahan tidak dapat dilakukan dengan insenerasi yang dimiliki oleh Pupuk Kaltim – Bontang.

4.1.2 Rencana Kebutuhan dan Pemenuhan Bahan Kimia (Plan)

Perencanaan pembelian bahan kimia merupakan suatu kegiatan pencatatan antara kebutuhan dan pemenuhan bahan selama periode 1 (satu) tahun dengan menghitung kekurangan atau kelebihan dari realisasi perencanaan.

Tabel 4.2, Rencana kebutuhan dan pemenuhan bahan kimia tahun 2006

No	Bahan Kimia	Kebutuhan	Pemenuhan	Surplus / minus	%
1	Diethyl Eter, liter	300	300	0	-
2	Formaldehyde solution, liter	400	800	400	100
3	Sulfuric Acid (H ₂ SO ₄), liter	400	400	0	-
4	Ammonium Acetate, Kg	20	20	0	-
5	Nitric Acid 65 %, liter	100	100	0	-
6	Sodium Hydroxide (NaOH), Kg	600	400	(200)	30
7	Methanol dried AR- 3016, liter	400	600	200	50
8	Hydrogen Peroxide, liter	100	200	100	100
9	Hydrochloric Acid (HCl), liter	200	200	0	-
10	4-Dimethylamine Benzaldehyde, Kg	6	0	(6)	100
11	Methanol dried AR-3017, liter	400	500	100	25
12	Amonium Molybdate, Kgram	12	12	0	-
13	Ammonium Iron(II) Sulfate Hexahydrate, Kg	10	10	0	-
14	Ethanol, liter	200	200	0	-
15	Karl Fisher Reagent, liter	100	70	(30)	30
16	Chromotopic Acid, Kg	10	5	(5)	50
17	Mercury (II) Iodide, Kg	10	0	(10)	100
18	Sodium bisulfite, Kg	20	12	(8)	40
19	Buffer solution concentrated, pH 4, ampul	30	30	0	-
20	Buffer solution concentrated, pH 7, ampul	30	30	0	-
21	Buffer solution concentrated, pH 10, ampul	30	30	0	-

Sumber : Hasil penelitian

Tabel diatas dijumpai 4 (empat) jenis bahan kimia mengalami surplus atau kelebihan dari kebutuhan rata-rata yaitu :

- a. Formaldehyde, surplus 400 liter, 100 %dari kebutuhan;
- b. Methanol, surplus 200 liter, 50 % dari kebutuhan;
- c. Hydrogen Peroxide 100 liter, 100 % dari kebutuhan;
- d. Methanol AR 3017 100 liter, 25 % dari kebutuhan.

Sedangkan 5 (lima) jenis bahan kimia mengalami kekurangan supply, yaitu :

- a. Sodium Hidroksida, kurang 200 Kgram, 30 % dari kebutuhan;
- b. 4-Dimethylamine Benzaldehyde, kurang 6 Kgram, 100 % dari kebutuhan;
- c. Karl Fisher Reagent, kurang 30 liter, 30 % dari kebutuhan;
- d. Chromotopic Acid, kurang 5 Kgram, 50 % dari kebutuhan;
- e. Mercury (II) Iodide, kurang 10 Kgram, 100 % dari kebutuhan;
- f. Sodium Bisulfite, kurang 8 Kgram, 40 % dari kebutuhan.

Sedangkan untuk bahan kimia lainnya sesuai antara kebutuhan dan supplynya yang secara keseluruhan memenuhi perencanaan pembelian bahan kimia tahun 2006.

4.1.3 Penyimpanan bahan kimia di gudang (Do)

Penyimpanan bahan kimia dilakukan dengan mengikuti aturan karakteristik dan sifat dari bahan tersebut dengan mempertimbangkan faktor *incompability* atau ketidaksesuaian antara dua bahan kimia yang diletakkan berdekatan. Segregasi tata letak dalam gudang mengikuti karakteristik dari bahan kimia yaitu :

- a. Kompartemen A terdiri dari 10 jenis bahan korosif , 39 bahan tidak mudah terbakar (*non flammable*);
- b. Kompartemen B terdiri dari 15 jenis bahan mudah terbakar (*flammable*) dan 68 tidak mudah terbakar (*non flammable*);
- c. Kompartemen C terdiri dari 27 jenis bahan non flammable dan 61 bahan beracun (*toxic*) ;
- d. Kompartemen D terdiri dari 12 jenis bahan korosif, 7 *flammable* dan 77 *non flammable*
- e. Kompartemen E terdiri dari 3 jenis bahan toxic ;
- f. Kompartemen F terdiri dari 15 jenis bahan korosif, 33 jenis bahan oksidator, dan 1 jenis bahan flammable;

- g. Kompartemen G terdiri dari 61 jenis bahan korosif, 3 jenis bahan flamable dan 4 jenis bahan toxic;

Tabel 4.3 Susunan tata letak penyimpanan bahan kimia di gudang

Kompartemen	Korosif		Oksi Dator	Fla- mable	non Flame	Toxic	Jumlah
	Acid	Base					
A	10				39		49
B				15	88		103
C					27	61	88
D		12		7	77		96
E						3	3
F	15		33	1			49
G		61		3		4	68
H				4	43	5	52
I	3			1	3		7
J					2		2
K					1		1
L	3		7	6	35		51
M	2			18			20
Total	33	73	40	54	315	73	590

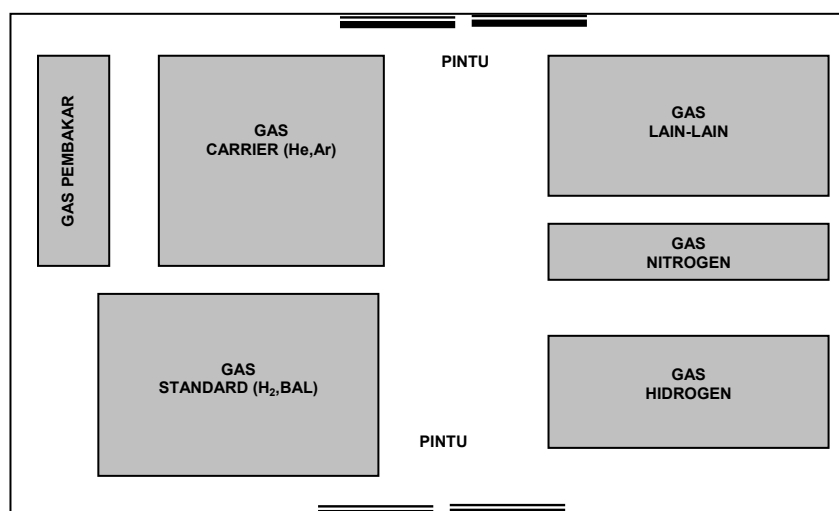
- h. Kompartemen H terdiri dari 4 flamable, 43 non flamable dan 5 toxic ;
 i. Kompartemen I terdiri dari 3 korosif 1 flamable dan 3 non flamable ;
 j. Kompartemen J terdiri dari 2 non flamable ;
 k. Kompartemen K terdiri dari 1 jenis bahan non flamable;
 l. Kompartemen L terdiri dari 3 korosif, 7 oksidator, 6 flamable dan 33 non flamable;

m. Kompartemen M terdiri dari 2 jenis bahan korosif dan 18 jenis bahan flamable.

Tata letak penyimpanan bahan kimia seperti yang tertera pada tabel 4.3 sudah mengacu kepada asas *incompablity* artinya bahan kimia yang tidak dapat berdekatan diletakkan pada posisi atau kompartemen yang berjauhan. Penempatan bahan kimia diletakkan diatas rak yang terbuat dari bahan metal dan karena kemasan bahan kimia padat pada umumnya dalam kontainer ukuran kecil maka penempatannya diletakkan pada kompartemen tingkat 3 atau tingkat 4.

Empat puluh tujuh jenis gas dalam silinder bertekanan dengan tekanan ± 2000 psig kecuali untuk gas yang dipakai untuk pembakar (misalnya : gas elpiji, propane, asetilin) terdapat bahan B3.

Tempat penyimpanan gas letaknya terpisah dengan gudang bahan kimia karena dirancang agar apabila terjadi ledakan pada tabung gas maka tidak akan cepat memicu serta kontaminasi dengan bahan kimia bentuk cair dan padatan.



Gambar 4.1 Tata letak gudang gas di laboratorium

Kemampuan gudang untuk menampung ± 600 jenis bahan kimia yang bersifat korosif, mudah terbakar, beracun dan reaktif membutuhkan manajemen khusus dalam rangka :

- a. Pencegahan polusi yang bisa ditimbulkan akibat kesalahan penempatan antara bahan yang tidak bisa bercampur dan dapat mengakibatkan terjadinya ledakan, uap beracun dan kontaminasi lingkungan di area gudang penyimpanan.

Pengaturan letak bahan kimia padatan dan cair diatur sehingga upaya untuk menghindari terjadinya kebocoran kemasan apabila kedua bahan tersebut bersentuhan dapat dihindari.

- b. Masing-masing kompartemen dilengkapi dengan alas karet untuk mengurangi laju korosi metal yang dapat menimbulkan potensi bahaya tumpahan bahan kimia.

Pencegahan akumulasi uap bahan flamable dilakukan dengan memasang 1 (satu) unit exhaust fan serta aliran udara pendingin dari unit Air Conditioner.

Kemampuan unit pengatur suhu ruangan (AC) juga dibutuhkan agar suhu penyimpanan mendekati suhu pada saat bahan tersebut dibuat yaitu $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

4.1.4 Audit Gudang (Check)

Secara periodik Kepala Seksi Lab Inventori melakukan audit terhadap kesesuaian antara data bahan kimia yang disimpan di komputer dengan kondisi sesungguhnya di dalam gudang (stock taking) melalui cara :

- a. Print-out data bahan kimia dan laporan kondisi terkini yang mencakup jumlah, jenis dan status di gudang diserahkan kepada Manajer Teknis (Kepala Laboratorium);
- b. Manajer Teknik bersama Manajer Mutu melakukan kaji ulang terhadap kondisi bahan kimia, lingkungan gudang penyimpanan;
- c. Berdasarkan hasil kaji ulang diatas, Kepala Seksi Lab Inventori melakukan pemeriksaan di gudang bahan kimia;

- d. Kepala Seksi Lab Inventori melakukan pendataan dan pencatatan kondisi riil bahan kimia yang disimpan;
- e. Jika dijumpai terdapat bahan kimia kadaluarsa, rusak kemasan, maka Kepala Seksi Lab Inventori melakukan segregasi terhadap bahan kimia tersebut dan memisahkannya di tempat khusus;
- f. Hasil akhir catatan Kepala Seksi Lab Inventori diserahkan kepada Manajer Teknis dengan tembusan kepada Manajer Mutu dan Manajer Puncak Laboratorium;

4.1.5 Tinjauan Manajemen (*Action*)

Melihat kondisi gudang bahan kimia laboratorium Pupuk Kaltim Bontang maka tinjauan manajemen yang dilakukan meliputi :

- a. Proses perencanaan pembelian bahan kimia mengikuti konsep ” *less is better* ” yaitu upaya untuk senantiasa berpikir kepada pola penggunaan bahan kimia minimalis sebagai tindak lanjut dari pencegahan polusi sejak awal proses kegiatan dimana posisi barang yang tidak pernah dipakai selang waktu 1 (satu) tahun dikategorikan sebagai ” *slow moving* ” sedangkan apabila barang tersebut sering dipakai sehingga secara otomatis juga memerlukan pembelian baru, maka kategori terhadap barang tersebut adalah ” *fast moving* ”.

Tabel 4.4 Tabel perbandingan jumlah bahan kimia

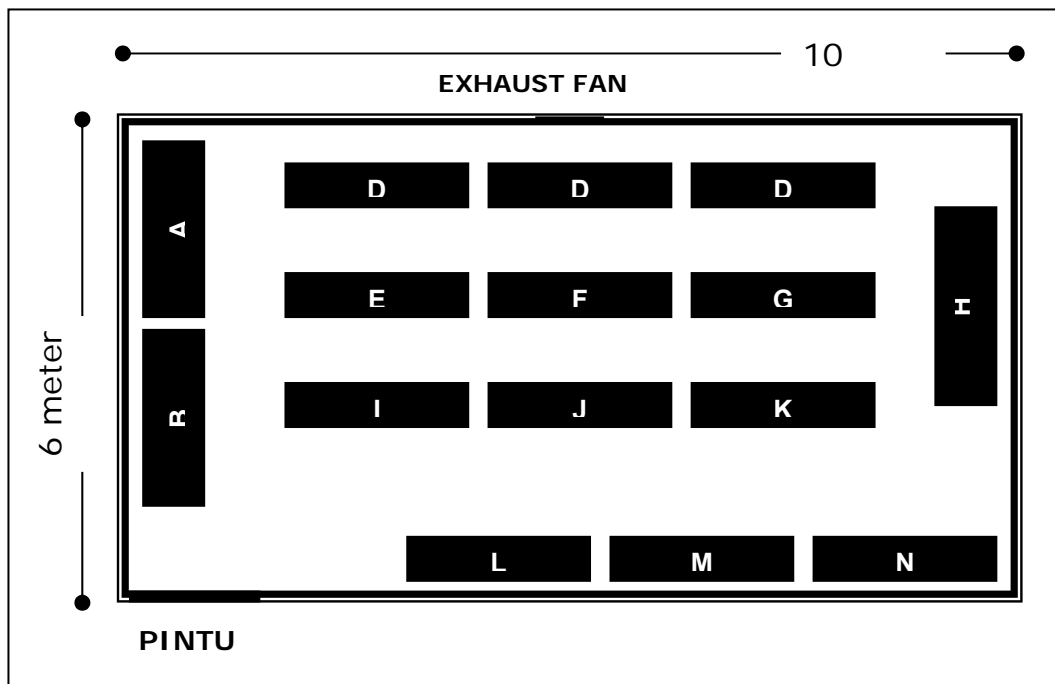
No	Jenis bahan kimia	Jumlah	
		Slow moving	Fast moving
1	Bahan kimia cair	160	31
2	Bahan kimia padatan	375	46
3	Gas	32	15
	jumlah	567	92

Sumber : Hasil penelitian

- b. Penempatan beberapa bahan kimia yang rusak kemasan dan atau kadaluarsa didalam gudang merupakan suatu kesalahan, sebab barang tersebut telah beralih status menjadi limbah B3 laboratorium sebab telah hilang kegunaannya.

Segregasi terhadap semua bahan kadaluarsa dan ditempatkan disuatu tempat yang dapat dikendalikan baik suhu dan kemudahan akses merupakan keputusan terbaik yang harus diambil.

- c. Kelebihan pesanan bahan kimia disebabkan oleh karena adanya permintaan lebih dari kegiatan analisis kimia yang bertambah.



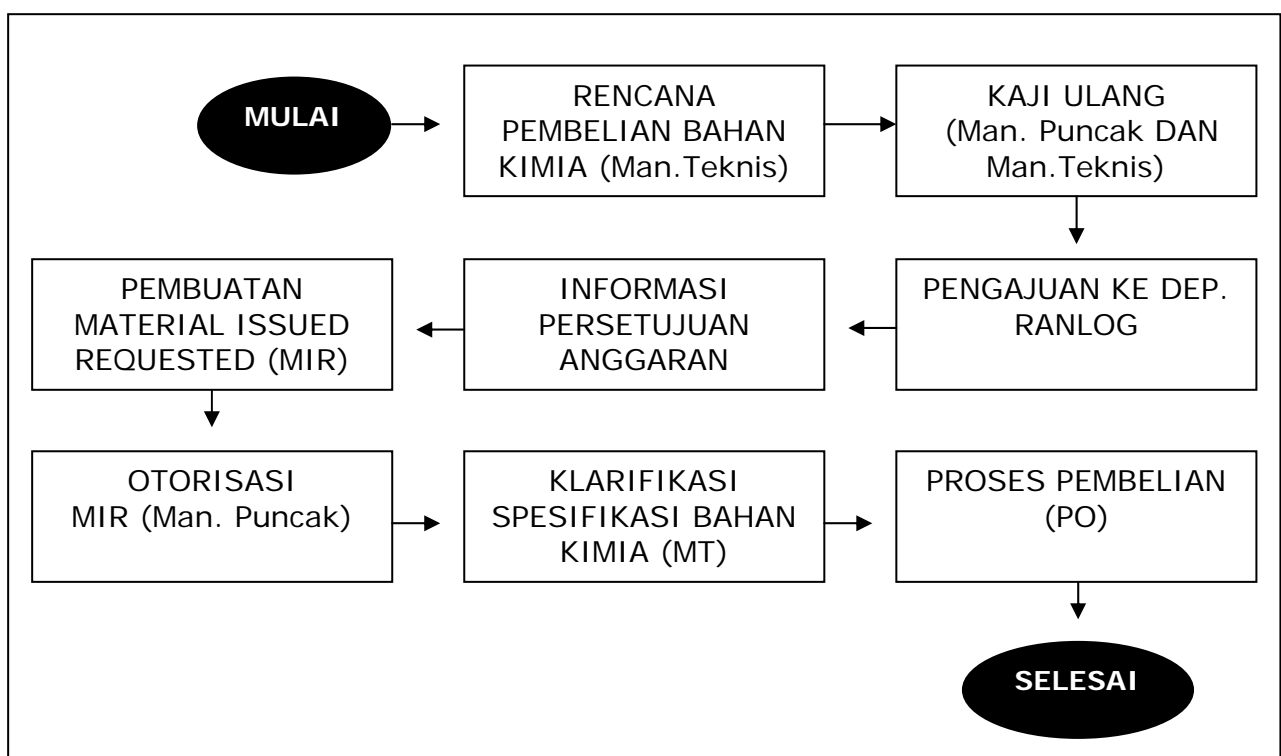
Gambar 4.2 Tata letak Gudang bahan kimia laboratorium

Letak gudang bahan kimia berada di bagian belakang gedung utama laboratorium, dengan luas area ± 60 meter persegi dan dilengkapi dengan pengatur udara dingin (*air conditioner*). Masing-masing kemasan bahan kimia diletakkan berdasarkan sifat dan karakteristik serta menganut asas bisa bercampur atau tidak (*incompability*).

Untuk mengurangi akumulasi uap bahan kimia mudah terbakar, gudang penyimpanan dilengkapi kipas penghisap udara (*exhaust fan*).

Untuk melakukan proses perencanaan pembelian bahan kimia, laboratorium memiliki prosedur baku dalam bentuk aturan dan tata cara proses pembelian bahan sesuai dengan prinsip ISO 17025 yang tercantum didalam Prosedur Perencanaan Pengadaan Barang.

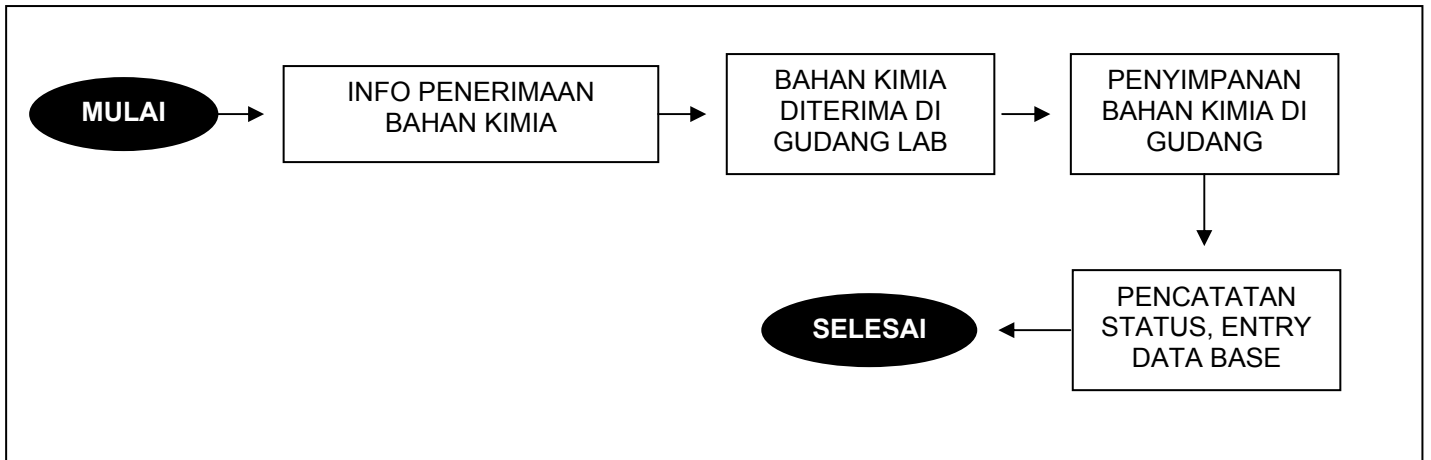
Diagram alir proses dimaksud seperti pada gambar 4.1.3c



Gambar 4.3 Diagram Alir S.O.P Perencanaan Pembelian Bahan

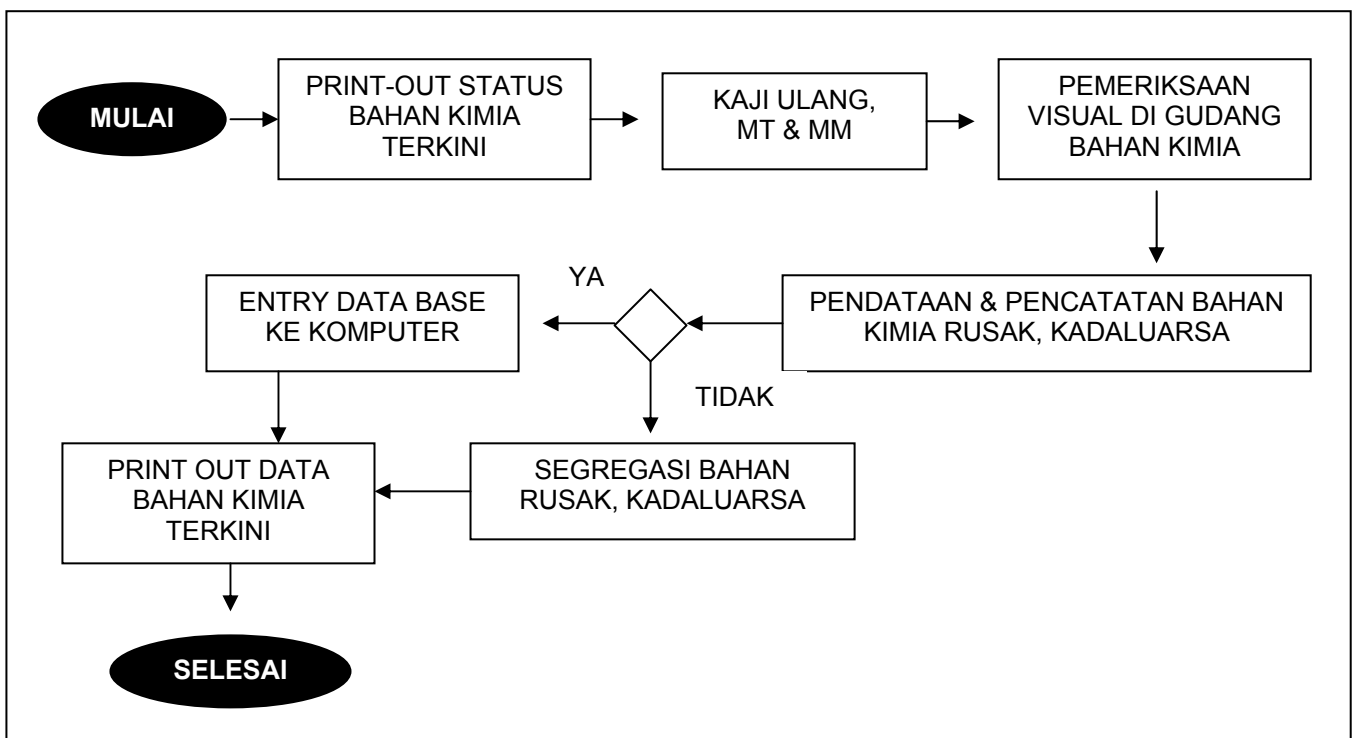
Sedangkan untuk proses penerimaan barang apabila pesanan telah direalisasikan, maka laboratorium telah mengimplementasikan prosedur penerimaan barang di laboratorium.

Dengan prosedur ini diharapkan semua barang yang telah dibeli dapat disimpan dengan aman dengan pencatatan inventori yang dapat mempermudah pekerjaan staf gudang yang senantiasa masuk dan keluar setiap hari.



Gambar 4.4 Diagram alir S.O.P Penerimaan barang di Gudang

Penyimpanan bahan kimia yang datang dan dimasukkan ke dalam gudang, terlebih dahulu diberi kartu berupa catatan khusus mengenai jumlah dan tanggal penerimaan di laboratorium yang akan dipergunakan sebagai masukan data sistem komputerisasi.



Gambar 4.5 Diagram alir Audit Gudang

4.2 BAHAN KIMIA KADALUARSA DAN RUSAK

Jumlah bahan kimia yang tersimpan didalam gudang laboratorium berjumlah 612 jenis terdiri dari 224 jenis bahan kimia dalam bentuk cairan, 388 jenis bahan kimia dalam bentuk padatan/serbuk, dan 47 jenis dalam bentuk gas (kemasan silinder gas bertekanan).

Nilai perolehan dari keseluruhan bahan kimia tersebut mencapai Rp. 3.000.000.000,- (tiga milyar rupiah).



Gambar 4.6 Gudang Penyimpanan Bahan Kimia

4.2.1 Bahan Kimia Kadaluarsa dan Rusak Kemasan

Hasil penelitian menemukan 20 jenis bahan kimia dalam kondisi rusak kemasan dan 46 jenis bahan kimia sudah kadaluarsa atau tidak layak pakai sehingga didalam gudang penyimpanan bahan kimia terdapat limbah dan potensi pencemaran lingkungan yang sewaktu-waktu dapat menyulitkan pengelola laboratorium apabila tidak dikelola dengan sempurna. Hasil penelitian juga menemukan bahan kimia kadaluarsa ditempatkan didalam ruangan yang sama dan tidak dipisahkan.

Hal ini bisa mengancam terjadinya bahaya dan pencemaran lingkungan gudang penyimpanan.

Tabel 4.5 Data Bahan Kimia Kadaluarsa dan rusak kemasan

No.	Nama Bahan Kimia	Kadaluarsa	Rusak kemasan	Total
1	Bahan kimia dalam bentuk cairan (liter)	34	3	37
2	Bahan kimia dalam bentuk powder (Kgram)	12	5	17
3	Gas (silinder)	0	0	0

Sumber : Hasil penelitian

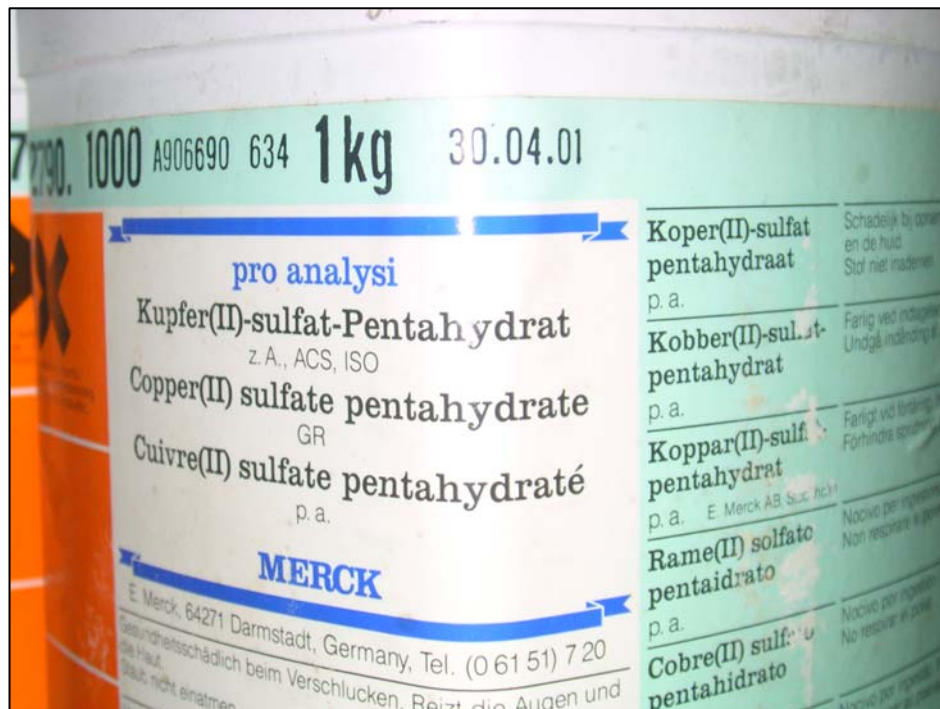


Gambar 4.7 Bahan Kimia Rusak Kemasan

Jadi jumlah bahan kimia yang tidak dapat terpakai adalah 54 jenis. Apabila dibandingkan dengan jumlah total bahan kimia yang dimiliki, maka prosentase bahan kimia tidak terpakai menjadi $= 54/627 \times 100 \% = 8 \%$.
 Senilai = Rp. 70.000.000,- (tujuh puluh juta rupiah)
 Angka 8 % apabila dilihat dari nominal tidak signifikan, namun jika nilai tersebut dijadikan besaran jumlah potensi limbah berbahaya yang dapat menjadi ancaman terhadap kondisi lingkungan laboratorium maka penanganannya harus lebih diperhatikan karena :

Biaya pengelolaan limbah = Biaya bahan rusak + biaya treatment + biaya pembuangan(disposal).

Maka biaya kelola timbulan limbah = 3 biaya perolehan, Rp 70.000.000,- x 3 = Rp. 210.000.000 (dua ratus sepuluh juta rupiah)



Gambar 4.8 Bahan Kimia Kadaluarsa

Dari 46 jenis bahan kimia kadaluarsa, 22 jenis masuk kedalam kategori bahan kimia B3, sedangkan sisanya merupakan bahan kimia biasa.

Melihat dari daftar *Material Safety Data Sheet* (MSDS) 22 jenis bahan B3 diatas, implementasi manajemen limbah dengan menggunakan aspek re-use atau dipakai kembali tidak bisa dilakukan karena sebagian besar bahan kimia kadaluarsa tersebut merupakan senyawa beracun bagi manusia.

Oleh karena itu kelola bahan B3 yang sesuai melalui pengiriman ke Pusat Pengolahan Limbah Industri (PPLI) Cileungsi Bandung walaupun dengan biaya tinggi.

Tabel 4.6 Bahan Kimia Kadaluarsa

No	Nama bahan kimia	Jumlah	MSDS	Original IDLH	Revised IDLH
1	4-Amino-3hydroxy-2naphtholine (gram)	2.000	N		
2	Agar Nobel (gram)	1.000	N		
3	Ammonium Molybdate (gram)	25	N		
4	Brila (gram)	2.500	N		
5	Buffer pH 13 (ampul)	90	N		
6	Buffer pH 6 (ampul)	60	N		
7	Buffer pH 7.2 (ampul)	7	N		
8	Buffer pH 9 (ampul)	60	N		
9	Cupric Carbonate (gram)	500	N		
10	di-Ammonium Hydrogen Phospate (gram)	500	N		
11	Larutan Asam Salisil (dos)	3	N		
12	Larutan Kalium Permanganate (dos)	3	N		
13	Larutan Natronlauge (dos)	3	N		
14	Larutan Standard Kalium (liter)	2	N		
15	Larutan Standard Natrium (liter)	1	N		
16	Larutan Zink (IV) Standard (ampul)	16	N		
17	Motility Test Medium (gram)	1.362	N		
18	MR-VP Medium (gram)	1.362	N		
19	Naphtilamine (cc)	25	N		
20	Natrium Carbonate (Kgram)	6	N		
21	Nutrient Agar (gram)	500	N		
22	Octylamine, 99 % (gram)	100	N		
23	Standard Mangan (botol)	1	N		
24	Xanthidrol 10 % (ml-liter)	660	N		
25	Chloroform (liter)	12,5	N	1,000 ppm	500 ppm
26	Cobalt (dos)	4	N	20 mg Co/m ³	20 mg Co/m ³
27	Copper Biech (gram)	500	N	N.E.	100 mg Cu/m ³
28	Copper, 2 % HNO ₃ (ml-liter)	100	N	20 mg Co/m ³	20 mg Co/m ³
29	Diluent for Stabilizer Reagent KF (liter)	28	N	3,600 ppm	1,000 ppm
30	HClO ₄ (liter)	15	N	100 ppm	50 ppm
31	Hydrazine (mi-liter)	500	N	80 ppm	50 ppm

Lanjutan Tabel 4.6

No	Nama bahan kimia	Jumlah	MSDS	Original IDLH	Revised IDLH
32	Larutan Oxalic Acid (dos)	3	N	500 mg/m ³	500 mg/m ³
33	Larutan Standard Cadmium (liter)	3	N	50 mg Cd/m ³	9 mg Cd/m ³
34	Mercury, 5 % HNO ₃ (ml-liter)	200	N	28 mg Hg/m ³	10 mg Hg/m ³
35	Nitric Acid (kaleng)	20	N	100 ppm	25 ppm
36	Propanol-2 (liter)	2,5	N	4,000 ppm	800 ppm
37	Pyridine (ml-liter)	500	N	3,600 ppm	1,000 ppm
38	Reagent Karl Fisher (liter)	20	N	3,600 ppm	1,000 ppm
39	Standard Barium (botol)	1	N	1,100 mg Ba/m ³	50 mg Ba/m ³
40	Standard Cobalt (botol)	1	N	20 mg Co/m ³	20 mg Co/m ³
41	Standard Lead (botol)	1	N	700 mg Pb/m ³	100 mg Pb/m ³
42	Standard Mercury (botol)	1	N	28 mg Hg/m ³	10 mg Hg/m ³
43	Standard Vanadium (botol)	1	N	70 mg/m ³ (as V ₂ O ₅)	35 mg V/m ³
44	Toluene (liter)	12,5	N	2,000 ppm	500 ppm
46	Standard Zinc (botol)	1	N	4,800 mg/m ³	50 mg/m ³
47	Zink, 2 % HNO ₃ (ml-liter)	100	N	4,800 mg/m ³	50 mg/m ³

Sumber : NIOSH Chemicals, 1995

Pendekatan waste donation (donor limbah) tidak bisa dilakukan juga sebab bahan kimia ini bukan merupakan bahan yang biasa dipakai di dunia pendidikan namun merupakan bahan khusus sehingga mutlak harus diserahkan kepada lembaga pengelola timbulan limbah.

24 jenis sisanya merupakan bahan kimia non B3, untuk pemusnahannya cukup diserahkan kepada petugas insinerator untuk dibakar.

4.2.2 Analisis Penyebab Bahan Kimia Rusak dan Kadaluarsa

Hasil penelitian memberikan data mengenai beberapa bahan kimia yang disimpan di gudang mengalami rusak kemasan, namun masih tersimpan pada kompartemen semula. Hal ini juga menjadi ancaman kontaminasi serta polusi limbah yang bisa terjadi di gudang laboratorium.

Tabel 4.7 Bahan Kimia Rusak Kemasan

No	Nama bahan kimia	Jumlah	MSDS
1	Mono Etanol amine (liter)	1,5	v
2	Dibutyl Amine (liter)	1	v
3	Phenol (liter)	1	v
1	Sodium Chromate (Kgram)	2	v
2	Ammonium Peroxol Disulfate (Kgram)	3	v
3	Potassium Periodate (Kgram)	0,5	v
4	Sodium Acide (Kgram)	0,3	v
5	Rodamine (Kgram)	1	v

Sumber : Hasil penelitian

4.2.2.1 Bahan Kimia Rusak Kemasan

Kerusakan kemasan dari bahan kimia terjadi oleh karena :

- Kondisi suhu ruangan gudang penyimpanan bahan kimia
- Sejak bulan April 2006 sampai dengan Oktober 2006 rata-rata suhu ruangan mencapai 30 °C yang disebabkan oleh karena pengatur suhu ruang (air conditioner) tidak berfungsi/rusak sehingga beberapa jenis dari kemasan tersebut bocor karena suhu panas dengan kelembaban ± 90 % RH;
- Jadwal audit ISO 17025 sesuai rencana dilakukan pada bulan Mei 2006 namun oleh karena terjadi perubahan struktur manajemen laboratorium, audit terkini dilakukan pada bulan Agustus 2006;

- d. Selang waktu antara bulan Mei sampai dengan Agustus, 3 (tiga) bulan cukup membuat kondisi dari kemasan bahan kimia yang tidak tahan panas menjadi rusak;
- e. Bahan kimia rusak kemasan tersimpan pada posisi semula, tidak ada upaya untuk melakukan pemisahan atau segregasi oleh karena masih berharap bahwa bahan tersebut masih bisa dipakai.



Gambar 4.9 Bahan Kimia Rusak Kemasan

4.2.2.2 Bahan Kimia Kadaluarsa

- a. Selang waktu antara perencanaan pembelian sampai dengan kedatangan di gudang laboratorium membutuhkan waktu lama, sehingga pada saat bahan tiba masa kadaluarsa mendahuluinya.
- b. Perencanaan pembelian bahan kimia tertentu setelah diputuskan untuk dibeli ternyata tidak dipergunakan oleh karena terjadi perubahan metode uji.
- c. Sisa pemesanan proyek Kaltim-4
- d. Sisa pemesanan program penelitian Kompartemen Litbang

- e. Tidak diketahui siapa yang memesan, untuk kegiatan apa.



Gambar 4.10 Bahan Kimia Kadaluausa

4.2.2.3 Administrasi Pelaporan Inventori Bahan Kimia

Sejak awal tahun 2006 manajemen laboratorium memutuskan untuk mengganti sistem komputerisasi inventori bahan kimia.

- Pergantian software program inventori bahan kimia berbasis jaringan dengan operasional mempergunakan data base php berakibat data bahan kimia tidak dalam kondisi terkini (*up to date*).
- Pemeriksaan antara data yang tercantum pada program komputer dengan kondisi bahan kimia yang tersimpan di gudang (*Stock taking*) bahan kimia dilakukan pada bulan Desember 2005.
- Akibatnya adalah beberapa bahan yang sudah rusak dan yang kadaluarsa tidak terpantau dengan sempurna.
- Laporan data bahan kimia kadaluarsa memperlihatkan bahwa bahan tersebut sudah sejak lama tidak lagi diperlukan, hanya oleh

karena pengelola laboratorium masih mempertahankan keberadaannya maka bahan tersebut masih tersimpan didalam gudang penyimpanan walaupun sudah dipisahkan.

4.2.3 Kerusakan Bahan Kimia

Penelitian terhadap jumlah bahan kimia rusak kemasan dan kadaluarsa dilakukan langsung di gudang tempat penyimpanan bahan kimia laboratorium.

Area yang diamati (hot spot) hanya kepada bahan kimia yang kadaluarsa, rusak kemasan dan memiliki potensi polusi limbah bahan B3 sehingga diperoleh laporan jumlah secara keseluruhan bahan kimia yang disimpan setelah dikurangi dengan jumlah yang rusak kemasan dan kadaluarsa.

Pertimbangan terhadap bahan kimia B3 yang masih disimpan dan dimasukkan kedalam inventori adalah karena beberapa prosedur analisis kimia yang dilakukan di laboratorium belum diperbaharui dengan mempergunakan bahan yang ramah lingkungan.

4.3 ANALISIS S.W.O.T

Analisis ini digunakan untuk mengetahui faktor-faktor yang memberikan kekuatan, kelemahan, ancaman dan kesempatan yang dapat diaplikasi dari implementasi manajemen bahan kimia dan manajemen limbah laboratorium.

4.3.1 Kekuatan (*Strength*)

Kekuatan atau Strength (S) yang merupakan kondisi pengaruh internal positif yang dapat dikendalikan dan sangat tergantung kepada seberapa besar pencapaian target dari perencanaan awal.

Dalam hal ini yang dipertimbangkan menjadi faktor kekuatan adalah :

Sistem yang dipergunakan dapat mengendalikan pengaturan serta penyimpanan bahan kimia di gudang laboratorium dengan aman dan efektif yang diperoleh berdasarkan :

- a. Pengalaman cukup dalam bidang inventori bahan kimia
- b. Pelatihan mengenai penanganan bahan kimia berbahaya
- c. Kemampuan/kompetensi yang berhubungan dengan software dan hardware gudang bahan kimia untuk aplikasi data base komputer
- d. Komunikasi dan jalinan kelompok kerja yang baik
- e. Sifat dan etos kerja tinggi

4.3.2 Kelemahan (*Weakness*)

Kelemahan atau *Weakness* yang merupakan kondisi pengaruh negatif internal yang dapat dikendalikan dan dipakai untuk tujuan perbaikan kearah yang lebih baik terhadap :

- a. Halangan pekerjaan berdasarkan pengalaman
Kaji ulang yang dilakukan Manajer Teknis dan Manajer Puncak pada saat usulan pembelian bahan kimia hanya memusatkan perhatian kepada jumlah dan jenis bahan kimia yang dibutuhkan serta delivery time atau waktu yang dibutuhkan dari sejak order diterima vendor sampai dengan barang tiba di gudang.
- b. Seharusnya juga dilakukan kaji ulang terhadap jenis bahan kimia B3, urgensi dan potensi limbah yang dapat ditimbulkannya.
Hasil yang diperoleh dari kaji ulang ini dapat menjadi pertimbangan bagi Manajer Mutu dan Manajer Teknis untuk mengganti metode uji yang masih menggunakan bahan kimia B3 dengan yang ramah lingkungan.
- c. Pada saat bahan kimia tiba dan diterima di gudang laboratorium Kasi Lab Inventori tidak melakukan labeling terhadap kemasan bahan kimia yang memberikan informasi tanggal diterimanya bahan tersebut.

Walaupun informasi tanggal diterimanya bahan kimia tercatat didalam data base komputer, namun masih sering terjadi ketidaksesuaian antara data komputer dengan kondisi gudang.

- d. Seharusnya informasi mengenai tanggal sejak bahan kimia tersebut masuk ke gudang dicantumkan pada label kemasan dengan tujuan untuk memudahkan proses audit lapangan.
- e. Belum ada prosedur tanggap darurat mengenai penanganan dan penyimpanan bahan kimia di gudang.

Akibat tidak dimilikinya prosedur tersebut maka pada saat kondisi lingkungan gudang tidak memenuhi seperti yang dipersyaratkan (air conditioner tidak berfungsi) tidak ada langkah-langkah yang dilakukan agar dapat mengatasi suhu panas didalam gudang yang berakibat beberapa kemasan bahan kimia menjadi rusak.

- f. Hasil audit yang menyatakan bahwa di gudang laboratorium terdapat kuantitas bahan kimia kadaluarsa tidak ditindaklanjuti dengan penanganan limbah bahan kimia karena bahan tersebut sejak dinyatakan kadaluarsa, maka status berubah menjadi limbah dan harus dikeluarkan dari data base bahan kimia.
- g. Hal ini berlaku juga terhadap bahan kimia rusak kemasan, tindaklanjut untuk mencegah kontaminasi dan degradasi bahan harus dilakukan secepatnya agar limbah dapat diminimalisasi pada saat itu juga.

4.3.3 Peluang (*Opportunity*)

Opportunities adalah kondisi pengaruh eksternal yang tidak dapat dikendalikan, namun dapat diambil keuntungan.

- a. Perubahan kebijakan perusahaan terhadap struktur organisasi laboratorium;
- b. Keterbatasan anggaran untuk pembelian bahan kimia;

- c. Adanya teknologi terkini tentang analisis kimia yang merubah penggunaan bahan kimia berbahaya dengan metode elektrokimia sehingga bahan kimia yang digunakan menjadi berkurang.

4.3.4 Ancaman (*Threats*)

Threats adalah kondisi pengaruh negatif eksternal yang tidak dapat dikendalikan namun dapat diambil hikmahnya (pembelajaran)

- a. Dengan telah terdaftarnya laboratorium sebagai laboratorium terakreditasi maka persyaratan mengenai operasional laboratorium termasuk didalam pengelolaan dan penyimpanan bahan kimia dan limbahnya menjadi semakin ketat.
- b. Pelanggaran dari persyaratan akreditasi dapat menyebabkan pencabutan status sebagai laboratorium terakreditasi.
- c. Peraturan pemerintah yang makin ketat mengenai bahan B3 dan limbah bahan B3 sehingga laboratorium harus senantiasa melakukan upaya minimalisasi limbah di semua proses produksi atau lini analisis.
- d. Dengan adanya aturan tersebut maka secara tidak langsung membuat kepatuhan laboratorium terhadap ketentuan dan peraturan mengenai manajemen limbah semakin baik.

Oleh karena tujuan dari penelitian ini adalah melakukan upaya minimalisasi limbah di laboratorium maka analisis SWOT yang penulis kemukakan untuk ditindaklanjuti adalah aspek kelemahan (*Weakness*) dari prosedur (S.O.P) yang selama ini diterapkan dengan harapan apabila kelemahan tersebut dapat diatasi maka prosedur tersebut menjadi lebih sempurna.

4.4 TINDAKAN PERBAIKAN

4.4.1 Kelola Bahan Kimia Kadaluarsa

Hasil penelitian memberikan data seperti pada tabel 4.8, sebanyak 22 jenis bahan kimia kadaluarsa merupakan bahan B3, oleh karena itu penanganannya adalah sebagai berikut.

Dua puluh dua jenis bahan tersebut tidak diperkenankan untuk dimusnahkan melalui cara insenerasi karena apabila bahan tersebut dibakar dapat mengeluarkan gas-gas beracun.

Sesuai dengan ketentuan yang tercantum didalam Peraturan Pemerintah (PP) No. 18 tahun 1999, pasal 7 , bahan ini masuk dalam kategori B3, maka :

- a. Dikelola untuk dipakai kembali (reuse) tidak dapat dilakukan karena jenis dan karakteristik limbah bahan tersebut tidak bisa dipakai kembali juga jumlah perjenis tidak besar.
- b. Diserahkan kepada unit pengelolaan limbah PT Pupuk Kaltim (Biro K3LH) namun belum dilakukan karena kondisi insenerator yang memenuhi efisiensi penghancuran 99,999 % tidak bisa dicapai dengan peralatan yang dimiliki PT Pupuk Kaltim.
- c. Diserahkan kepada institusi atau lembaga pengolah limbah di Pusat Pengelolaan Limbah Industri (PPLI) Cileungsi Bandung Jawa Barat.
- d. Biaya yang harus dikeluarkan tergantung kepada tingkat cemaran emisi yang akan dihasilkan.

Semakin tinggi kadar racun yang dapat menimbulkan polusi emisi udara jika dibakar di insenerasi, maka biaya yang dibutuhkan juga semakin tinggi, oleh karena itu pengelolaan dan atau pemusnahan bahan ini harus mengikuti prosedur yang sudah ditetapkan.

Hasil penelitian memberikan data berupa jenis bahan kimia kadaluarsa yang memiliki sifat berbahaya dan beracun (B3) sehingga proses pengelolaannya membutuhkan perhatian khusus.

Tabel 4.8 Bahan kimia kadaluarsa B3

No	Nama bahan kimia	Jumlah	MSDS	Original IDLH	Revised IDLH
1	Chloroform (liter)	12,5	N	1,000 ppm	500 ppm
2	Cobalt (dos)	4	N	20 mg Co/m ³	20 mg Co/m ³
3	Copper Biech (gram)	500	N	N.E.	100 mg Cu/m ³
4	Copper, 2 % HNO ₃ (ml-liter)	100	N	20 mg Co/m ³	20 mg Co/m ³
5	Diluent for Stabilizer Reagent KF (liter)	28	N	3,600 ppm	1,000 ppm
6	HClO ₄ (liter)	15	N	100 ppm	50 ppm
7	Hydrazine (mi-liter)	500	N	80 ppm	50 ppm
8	Larutan Oxalic Acid (dos)	3	N	500 mg/m ³	500 mg/m ³
9	Larutan Standard Cadmium (liter)	3	N	50 mg Cd/m ³	9 mg Cd/m ³
10	Mercury, 5 % HNO ₃ (ml-liter)	200	N	28 mg Hg/m ³	10 mg Hg/m ³
11	Nitric Acid (kaleng)	20	N	100 ppm	25 ppm
12	Propanol-2 (liter)	2,5	N	4,000 ppm	800 ppm
13	Pyridine (ml-liter)	500	N	3,600 ppm	1,000 ppm
14	Reagent Karl Fisher (liter)	20	N	3,600 ppm	1,000 ppm
15	Standard Barium (botol)	1	N	1,100 mg Ba/m ³	50 mg Ba/m ³
16	Standard Cobalt (botol)	1	N	20 mg Co/m ³	20 mg Co/m ³
17	Standard Lead (botol)	1	N	700 mg Pb/m ³	100 mg Pb/m ³
18	Standard Mercury (botol)	1	N	28 mg Hg/m ³	10 mg Hg/m ³
19	Standard Vanadium (botol)	1	N	70 mg/m ³ (as V ₂ O ₅)	35 mg V/m ³
20	Toluene (liter)	12,5	N	2,000 ppm	500 ppm
21	Standard Zinc (botol)	1	N	4,800 mg/m ³	50 mg/m ³
22	Zink, 2 % HNO ₃ (ml-liter)	100	N	4,800 mg/m ³	50 mg/m ³

Sumber : Hasil penelitian

4.4.2 Komputerisasi Inventori Bahan Kimia

Untuk melakukan inventori bahan kimia di laboratorium, saat ini telah diaplikasikan kan program soft ware dari data base yang dipakai untuk keperluan :

- a. Pendataan bahan kimia terdiri dari : jenis, jumlah, min-max persediaan bahan kimia, harga perolehan, lokasi tempat penyimpanan di gudang, kategori laju in-out persediaan, barang idle (tidak pernah digunakan).
- b. Mampu telusur terhadap permintaan bahan kimia, melihat sisa persediaan terkini, status pembelian kembali, peringatan apabila bahan sudah pada posisi persediaan minimal.
- c. Sharing data antara komputer server yang dioperasikan oleh Biro Sistim Informasi dan Telekomunikasi Pupuk Kaltim (Sisfotel) dengan beberapa komputer on-line terpasang di laboratorium.
- d. Audit dokumentasi data base mengenai informasi kebutuhan dan persediaan optimal bahan kimia yang disimpan di gudang laboratorium.

4.4.3 Identifikasi

Dari hasil analisis SWOT diatas dapat dilakukan identifikasi terhadap aspek-aspek yang akan diperbaharui dalam rangka untuk minimalisasi limbah laboratorium juga meningkatkan pengetahuan staf tentang manajemen limbah yang tepat. Weakness dari analisis SWOT memberikan beberapa keterangan yang menjadi dasar dari langkah perbaikan yang akan dilakukan.

Data base komputer memberikan masukan tentang jumlah bahan kimia terkini yang disimpan di gudang laboratorium setelah semua bahan kadaluarsa dan rusak kemasan dikeluarkan dari data komputer dan dengan demikian bahan tersebut masuk kedalam kategori limbah B3.

Langkah-langkah yang dipakai untuk pengelolaan dan pengolah limbah B3 adalah sebagai berikut :

- a. Perencanaan pembelian bahan kimia

Pada Prosedur Jaminan Mutu bagian E, tentang pengadaan/pembelian bahan kimia, proses kaji ulang yang dilakukan antara Manajer Puncak dan Manajer Mutu tentang

perencanaan pengadaan bahan kimia belum menyertakan pertimbangan potensi bahaya dan limbah dari bahan kimia yang akan dibeli sehingga kebijakan untuk mengurangi potensi limbah sejak awal proses (*source reduction*) tidak dilakukan.

- b. Pengendalian kondisi suhu penyimpanan bahan kimia di gudang tidak tercapai.

Pengatur suhu ruangan tidak berfungsi selama 3 (tiga) bulan berarti selang waktu tersebut membuat beberapa kemasan menjadi rusak dan degradasi kualitas bahan kimia.

Hasil Audit gudang tidak dilanjutkan dengan pengelolaan bahan kimia yang dinyatakan sebagai limbah.

- c. Administrasi pelaporan kondisi bahan kimia di gudang

Dengan adanya perubahan sistem komputerisasi inventori bahan kimia berakibat kepada tumpang tindih data terkini dengan data kadaluarsa sehingga petugas gudang tidak bisa membuang bahan kimia yang telah menjadi limbah ke tempat khusus di luar gudang laboratorium.

- d. Metode uji yang dipergunakan untuk analisis kimia sangat beragam
Dengan semakin banyaknya metode uji yang dipakai akan berakibat pada semakin beragamnya jenis dan jumlah bahan kimia yang harus dibeli dan disimpan. Pencegahan polusi dapat dilakukan dengan mencari metode uji alternatif yang ramah lingkungan.

4.5 PELUANG PERBAIKAN

4.5.1 Hasil Inventori Setelah Perbaikan

Setelah dikeluarkannya data bahan kimia rusak dan kadaluarsa dari inventori baha kimia maka data terkini menjadi lebih "ramah lingkungan" karena limbah B3 yang sebelumnya ada telah dipisahkan. Dengan memakai data base komputer dapat diketahui saat ini jumlah bahan kimia terkini dengan kemasan baik dan tidak kadaluarsa. Melalui identifikasi ini

juga dapat dilakukan pemisahan antara bahan kimia yang sering dipergunakan selang waktu 6 (enam) bulan dan disebut fast moving dengan bahan yang tidak pernah dipakai yang disebut slow moving. Dengan demikian pada saat perencanaan pembelian, data tersebut menjadi pertimbangan bagi Manajer Puncak dan Manajer Mutu didalam menentukan jenis bahan kimia yang akan dibeli.

4.5.2 Perbaikan Prosedur Perencanaan Pembelian Bahan Kimia

Melalui kaji ulang yang dilakukan diperoleh informasi tentang jenis, jumlah, karakteristik bahan kimia ditambah dengan potensi limbah yang dapat ditimbulkannya (lihat MSDS) sehingga didalam perencanaan sudah termasuk didalamnya program minimalisasi limbah melalui program minimalisasi limbah pada sumbernya (*source reduction*)

Prosedur yang ada ternyata tidak memasukkan beberapa parameter kaji ulang yang berkaitan dengan upaya minimalisasi limbah. Pada prosedur semula perencanaan hanya menitikberatkan kepada jumlah, jenis dan waktu pengiriman bahan kimia yang sudah dibeli. Hasil penelitian ini memberikan masukan berupa usulan rancangan S.O.P Prosedur perencanaan Pembelian bahan kimia di laboratorium dengan tujuan agar pada saat pengelola laboratorium menetapkan untuk membeli bahan kimia maka diharapkan juga semua parameter yang berhubungan dengan ancaman bahaya yang bisa ditimbulkan serta kerusakan lingkungan sudah dimasukkan sebagai salah satu pertimbangan.

Tabel 4.9 Bahan kimia di gudang laboratorium

No	Nama bahan kimia	Sebelum	rusak	setelah	% perbaikan
1	Bahan kimia dalam bentuk cairan	224	51	173	23
2	Bahan kimia dalam bentuk powder	356	15	341	4,2
3	Gas	47	0	47	0
	Total	627		561	27,2

Sumber : Hasil penelitian

4.5.3 Perbaikan Prosedur Penerimaan dan Pendataan Bahan Kimia

Sejak bahan kimia diterima di laboratorium, proses inventori pendataan dimulai dengan melakukan pencatatan informasi spesifikasi, jumlah, karakteristik dan tanggal bahan kimia tersebut disimpan di gudang laboratorium.

Disamping itu perlu juga informasi tanggal diterimanya bahan tersebut dicatat pada label kemasan bahan kimia agar pada saat masa kadaluarsa terlampaui, dapat dengan segera diantisipasi melalui pemindahan tempat penyimpanan. Labeling pada kemasan dapat dilakukan juga untuk bahan dalam bentuk gas yang dicatat/diidentifikasi pada botol silinder gas.

Informasi mengenai usia simpan bahan kimia di gudang laboratorium harus dimasukkan kedalam inventori melalui data base komputer sehingga selang waktu penyimpanan dari masing-masing bahan kimia dapat dengan mudah diketahui dan dapat ditelusuri apabila masa kadaluarsa terlampaui.

4.5.4 Prosedur Tanggap Darurat

Dengan terjadinya perubahan kondisi akomodasi lingkungan gudang tempat penyimpanan bahan kimia menyebabkan beberapa kemasan rusak dan isi didalamnya mengalami degradasi. Prosedur tanggap darurat dibutuhkan untuk mengantisipasi apabila kondisi ruangan penyimpanan atau akomodasi lingkungan gudang bahan kimia berubah sehingga dapat dilakukan tindakan pengamanan terhadap bahan kimia yang tidak tahan terhadap suhu tinggi.

Prosedur ini juga mampu untuk mengatasi tumpahan bahan kimia (*chemicals spill out*) sehingga tidak terjadi polusi dan ancaman terhadap lingkungan. Apabila terjadi bahan kimia kadaluarsa kembali, maka dengan prosedur ini dipakai sebagai tindakan pengamanan terhadap bahan kimia lain yang masih baik dan tersimpan aman di gudang.

Dengan adanya pemisahan antara bahan kadaluarsa, rusak kemasan dapat mengurangi 27 % dari jumlah total bahan kimia berbahaya yang disimpan di laboratorium. Dari jumlah tersebut diatas dilakukan lagi pengelolaan inventori bahan kimia dengan memisahkan bahan kimia yang aktif dipakai (*fast moving*) dengan yang tidak pernah dipakai selang waktu 6 (enam) bulan yang diidentifikasi sebagai bahan kimia tidak pernah digunakan (*slow moving*) dengan maksud untuk mengetahui jumlah bahan yang tidak bergerak selang waktu 6 (enam) bulan yang akan dipergunakan sebagai informasi pada saat perencanaan bahan kimia dilakukan.

4.6 RENCANA IMPLEMENTASI

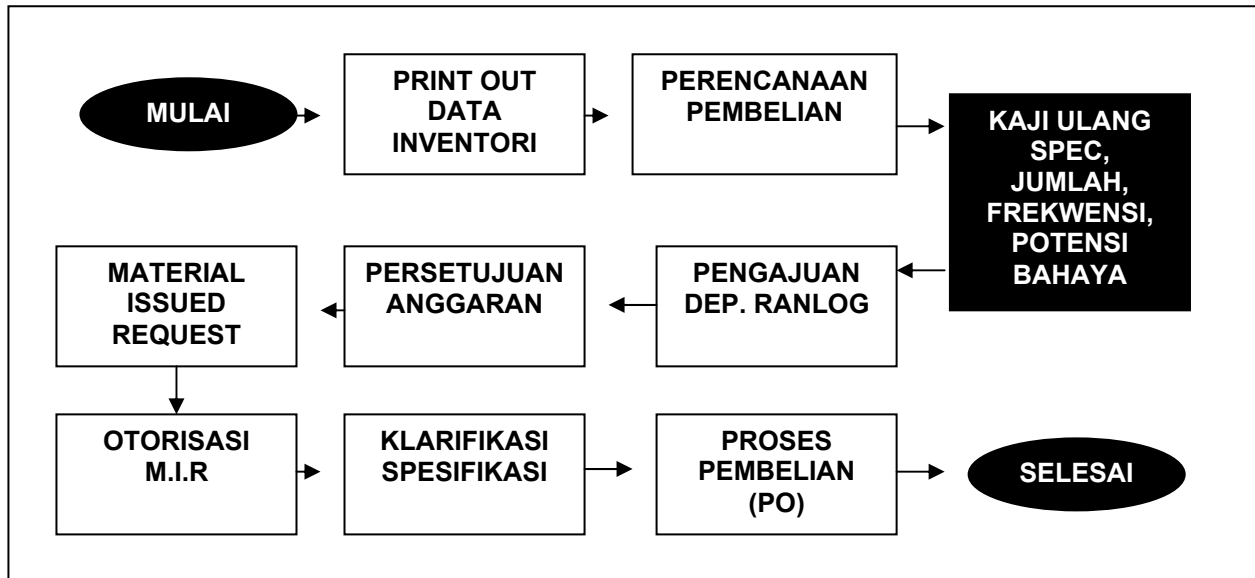
4.6.1 Rancangan S.O.P Perencanaan Pembelian Bahan Kimia

Tambahan tahapan pada langkah pertama, yaitu print-out bahan kimia terkini yang dipergunakan sebagai pertimbangan pada saat melakukan perencanaan.

Dengan adanya data bahan kimia, Manajer Puncak juga dapat menentukan prioritas pembelian karena semua kegiatan keluar masuk barang/bahan kimia dapat terlihat di print out data base komputer.

Pada kegiatan kaji ulang, dimasukkan tambahan parameter hazard chemicals serta frekwensi penggunaannya dengan maksud agar apabila yang dibeli adalah bahan kimia B3, maka penanganan dan penyimpanannya sudah diketahui sejak semula.

Laboratorium pengujian untuk memberikan alternatif metode uji yang tidak memakai bahan B3 melainkan dengan yang ramah lingkungan.



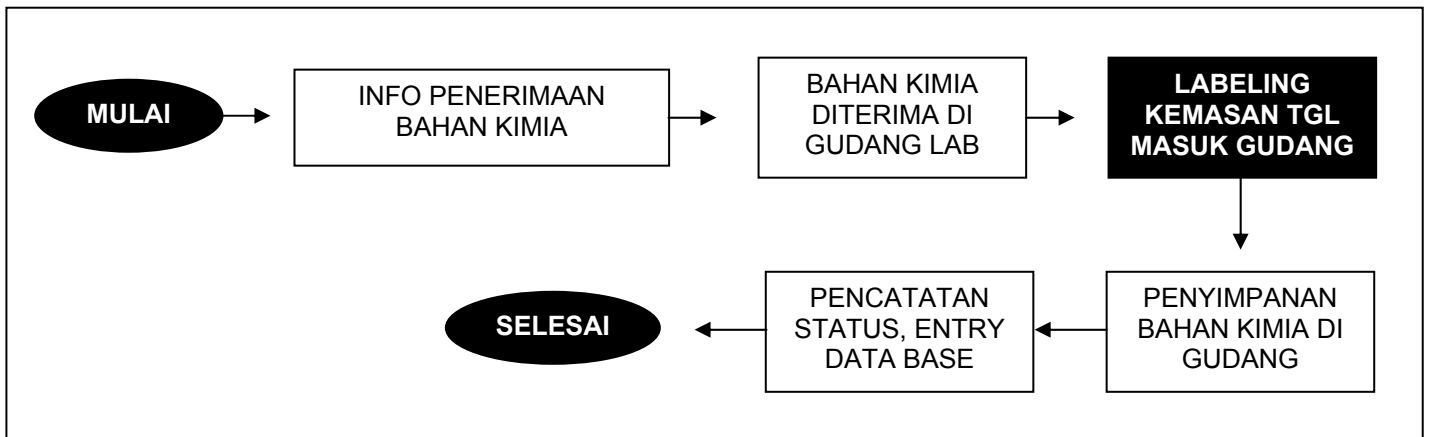
Gambar 4.11 Diagram Alir Rancangan S.O.P Perencanaan Pembelian

4.6.2 Rancangan S.O.P Penyimpanan Bahan Kimia di Gudang

Pada tahapan penerimaan bahan kimia di gudang laboratorium pencatatan dilakukan pada label kemasan bahan kimia yang berisi informasi tanggal bahan tersebut masuk kedalam gudang penyimpanan.

Tujuan dari pencatatan ini untuk menghindari masa kadaluarsa terlampaui dan sebagai identifikasi selang waktu penyimpanan. Pada saat melakukan pemasukan data ke komputer (*entry data base*) perlu juga diperhatikan untuk memberikan keterangan tambahan pada masing-masing data bahan kimia tentang karakteristik bahayanya, apakah korosif, reaktif, flammable atau beracun (*toxic*).

Hal ini untuk mempermudah apabila bahan tersebut menjadi rusak atau kadaluarsa sehingga pencatatan dan pengelolaannya langsung bisa di akses melalui komputer.



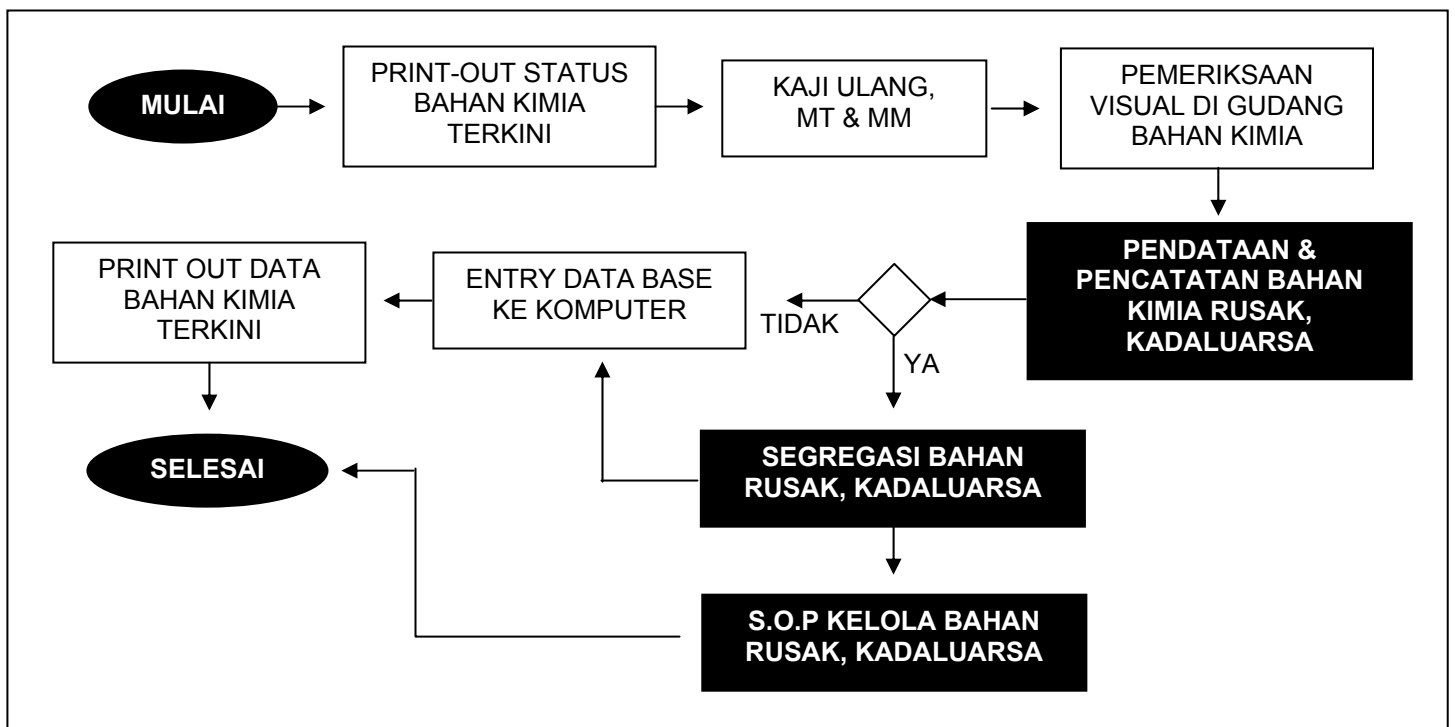
Gambar 4.12 Diagram Alir Rancangan S.O.P Penerimaan Barang

4.6.3 Rancangan S.O.P Audit Bahan Kimia di Gudang

Pada tahap audit bahan kimia di gudang, segregasi terhadap bahan korosif, organik, dan oksidator harus mendapat perhatian secara khusus sebab ketiga bahan tersebut sangat reaktif dan sangat mudah terkontaminasi.

Rak penempatan bahan korosif sebaiknya bukan dari bahan logam, sebab apabila terjadi kerusakan kemasan maka uap korosif dapat menyebabkan rak menjadi keropos.

Bahan korosif sebaiknya disimpan pada lemari tertutup dan yakin bahwa kemasan dan label tidak rusak.



Gambar 4.13 Diagram Alir Rancangan S.O.P Audit Gudang

Semua bahan kimia yang rusak dan atau kadaluarsa harus segera dipisahkan dari tempat penyimpanannya dan diletakkan pada tempat khusus yang dikenal dengan "remote area/satelite area" hal ini dimaksud untuk pencegahan kontaminasi dua bahan kimia bercampur yang dapat menyebabkan biaya pengelolaan dan pengolahannya menjadi besar.

Temuan bahan rusak atau kadaluarsa harus segera ditindaklanjuti dengan memilah bahan tersebut dan meletakkannya diluar gudang bahan kimia.

Selanjutnya usulan prosedur kelola bahan kadaluarsa adalah sebagai berikut :

- a. Kumpulkan semua bahan kimia kadaluarsa dan pisahkan menurut asas incompatibility serta keluarkan dari gudang bahan kimia;
- b. Kelompokkan berdasarkan karakteristik limbah B3;

- c. Identifikasi apakah bahan kadaluarsa bisa langsung dimusnahkan melalui insenerasi atau harus di kirim ke tempat penampungan limbah B3 sementara;
- d. Labelling atau beri informasi yang rinci pada masing-masing kontainer tempat kemasan bahan kadaluarsa dengan jelas;
- e. Kendalikan lingkungan sekitar dan yakinkan keamanan dari bahan tersebut serta letakkan di tempat yang jauh dari kesibukan pekerja, sumber api dan lain sebagainya;
- f. Jangan mencampur bahan kimia kadaluarsa dan perhatikan tanggal awal sejak ditetapkannya bahan tersebut kadaluarsa untuk menghitung selang waktu maksimum penyimpanan sementara;
- g. Catat semua kegiatan kelola bahan kadaluarsa ini kedalam buku monitoring bahan kimia kadaluarsa.

4.7 MONITORING KINERJA (indikator kinerja)

Penelitian ini dapat dikatakan bisa di implementasikan apabila hasil yang diperoleh dapat diukur secara kuantitas.

Untuk mencapai hal tersebut dibutuhkan indikator keberhasilan atau indikator kinerja.

Tabel.4.10 Monitoring Kinerja

No	Sasaran	Pengukuran	Indikator Kinerja
1	Peningkatan Prosedur Inventori	Efektivitas	Tingkat keberhasilan
2	Penurunan Timbulan Limbah	Limbah Padat	Tingkat Timbulan Limbah Padat
		Limbah Cair	Tingkat Timbulan Limbah Cair

Sumber : Hasil penelitian

Pada penelitian ini sasaran monitoring kinerja dilakukan terhadap :
Peningkatan prosedur manajemen bahan kimia (inventori)

Hasil penelitian memberikan indikasi bahwa prosedur penanganan bahan kimia di gudang laboratorium sudah tidak tepat oleh karena itu diperlukan amandemen terhadap prosedur tersebut dengan harapan agar implementasi menjadi efektif.

4.8 PERHITUNGAN TIMBULAN LIMBAH (*WASTE GENERATOR*)

4.8.1 Limbah cair/bulan

Total limbah cair sebelum implementasi = 541 Kg/bulan, yang dibuang ke sewer

Total limbah cair setelah implemementasi = 128,1 Kg/bulan, yang dibuang ke sewer

Pengurangan /reduction = 413,6 Kg/bulan ditampung dalam kemasan tersendiri dengan diberi label

Tabel 4.11 Perbandingan Jumlah Limbah Cair

No.	Source	Jumlah limbah yang dibuang ke saluran buangan		Reduksi
		Existing/Kg	Implemented/Kg	
1	Boiler Water	93,3	60,2	33,1
2	Raw Water	93,7	33,6	60,1
3	Limbah cair	115,3	34,3	80,7
4	Uji amoniak	239,4	0	239,4
	Jumlah	541,7	128,1	413,6

Sumber : Hasil penelitian

Pengurangan beban limbah cair sebesar 413,6 Kg/bulan

4.8.2 Timbulan Limbah Padat/bulan

Total limbah padat sebelum implementasi = 85 Kg/bulan

Total limbah padat setelah implementasi = 25 Kg/bulan

Pengurangan/reduction = 60 Kg/bulan dalam bentuk limbah urea produk yang dikembalikan ke gudang curah urea.

Tabel. 4.12 Perbandingan Jumlah Limbah padat

No.	Sumber	Jumlah limbah yang dibuang ke sewer		Reduksi
		Existing/Kg	Implemented/Kg	
1	Urea analisis	60	0	60
2	QC Bahan kimia padat	25	25	0
	Jumlah	85	25	60

Sumber : Hasil penelitian

4.8.3 Kategori Timbulan Limbah (*waste generator*)

Dari jumlah limbah cair ditambah dengan limbah padat

Sebelum implementasi, $541,5 \text{ Kg} + 85 \text{ Kg} = 626 \text{ Kg/bulan}$ masuk kedalam kategori **Small Waste Generator**. ($100 > x < 1000$)

Setelah implementasi, $128,1 \text{ Kg/bulan} + 25 \text{ Kg/bulan} = 153,1 \text{ Kg/bulan}$ masuk kedalam kategori **Small Waste Generator** ($100 > x < 1000$)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan, maka kesimpulan yang dapat dibuat adalah sebagai berikut :

- a. Implementasi manajemen bahan kimia dan limbah laboratorium mampu menghilangkan penyimpanan bahan kimia kadaluarsa dan rusak kemasan.

Persediaan bahan kimia menurun sebesar 11 % dari kuantitas yang ada, disebabkan adanya pengurangan jumlah bahan yang tidak dipakai namun masih tercatat sebagai inventori.

- b. Melalui manajemen limbah bahan kimia berupa pemisahan bahan kimia kadaluarsa dan rusak kemasan serta pengelolannya sebelum dimusnahkan, mampu meminimalisasi potensi kontaminasi bahan kimia yang disimpan di gudang.

- c. Jumlah timbulan limbah yang dibuang ke saluran pembuangan menurun dari 628 Kg/bulan menjadi 153 Kg/bulan.

Segregasi dilakukan terhadap limbah B3 dan penampungan dilakukan untuk menghindari kontaminasi diantara limbah yang dikelola.

5.2 REKOMENDASI

- a. Bahan kimia kadaluarsa yang tidak dapat dimusnahkan melalui insenerasi harus disimpan ditempat tersendiri dengan kondisi lingkungan yang dapat dikendalikan.

Pengiriman ke Pusat Pengelolaan Limbah Industri (PPLI) Cileungsi Bandung harus mengikuti prosedur baku untuk menghindari ancaman polusi.

- b. S.O.P Perencanaan Pembelian Bahan Kimia, Penanganan dan Penyimpanan Bahan Kimia serta Audit Gudang perlu dioptimalkan melalui usulan rancangan perubahan S.O.P yang baru.
- c. Audit gudang harus dilaksanakan minimal 6 (enam) bulan dalam satu tahun. Hal ini untuk memperoleh akurasi data inventori sistem komputerisasi dengan kondisi gudang sesungguhnya.

DAFTAR PUSTAKA

PUSTAKA BUKU

1. **American Chemical Society**, Task Force on Laboratory Waste Management. *Less Is Better*. Washington, DC: American Chemical Society, 1993.
2. Arikunto, Suharsimi (1998). **Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek**, Cetakan ke-8 Rineka Cipta, Yogyakarta.
3. Bishop, Paul, L. ***Pollution Prevention: Fundamentals and Practice***, Waveland Press, 2000
4. ***Environmental Management Guide For Small Laboratories***, EPA 233-B-00-001, dalam LS&EM V7, No.5
5. Hadi, S.P, **Dimensi Lingkungan Perencanaan Pembangunan**. Gajah Mada University Press, Yogyakarta, 2001
6. ISO 17025 -2005, **Panduan Persyaratan Sistem Manajemen Laboratorium**.
7. Lewandowski, Joseph J, Moghissi, A. Alan, **Management of Mixed Waste at a Teaching**, 1995
8. **Managing of Your Hazardous Waste**, Environmental Protection Agency (EPA), 2001
9. Nazir. Moh, **Metode Penelitian**,Ghalia Indonesia Jakarta 1988
10. **Peraturan Pemerintah (PP) No. 18 junto 85 tahun 1999**
11. **Peraturan Pemerintah (PP) No.74 tahun 2001**.
12. **Pollution Prevention Hand book**, Laboratory Operation No. 12, US Departement of Interior – USA 1999
13. **Pollution Prevention Unit**, The Arizona Department of Environmental Quality
14. Peter A. Reinhardt, K. Leigh Leonard, and Peter C. Ashbrook **“Pollution Prevention and Waste Minimization in Laboratories”** 2002,

15. Riduwan, **Metode dan Teknik Menyusun Tesis**, Penerbit Alfabeta Bandung, 2004

16. **Waste/Hazardous Waste bulletin #1.01**, Januari 2002

DOWNLOAD INTERNET

1. **DHWM Guidance Document**, State of Ohio Environmental Protection Agency, Akses Inetrnet 5 Juli 2006 :
www.epa.state.oh.us/dhwm/pdf/Episodic_Generation.pdf
2. **George Washington University, Waste Determinations**, akses internet 5 Juli 2006
<http://www.gwu.edu/~riskmgnt/hazmat/wastedeterminations.pdf>
3. **MANAGEMENT OF HAZARDOUS WASTE IN YOUR AREA**, akses internet pada 6 Agustus 2006 : <http://ehs.uky.edu/hmm/outline.htm>
4. **Pollution Prevention and Waste Minimization** – Wisconsin Madison University, akses internet 5 Agustus 2006 :
www.umich.edu/~nppcpub/resources/directory/DIRbio.pdf
5. **UIUC CHEMICAL WASTE MANAGEMENT GUIDE** Revised 7/2006, akses internet 5 Agustus 2006
:<http://www.ehs.uiuc.edu/css/guidesplans/wasteguide/chapter3.aspx?tbID=gp>