

**PENGELOLAAN BAHAN KIMIA SISA ANALISIS  
LABORATORIUM  
(STUDI KASUS DI LABORATORIUM  
PT PUPUK KALTIM BONTANG)**



**Tesis**

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

**Y. Yophie Turang  
L4K005025**

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

**LEMBAR PENGESAHAN****PENGELOLAAN BAHAN KIMIA SISA ANALISIS  
LABORATORIUM  
(STUDI KASUS DI LABORATORIUM  
PT PUPUK KALTIM BONTANG)**

Disusun oleh

Y. Yophie Turang  
L4K005025Telah dipertahankan di depan Tim Penguji  
Pada tanggal 20 Desember 2006  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Ketua,

Tanda Tangan

Dr. Purwanto, DEA

.....

Anggota

1. Ir. Danny Soetrisnanto, M.Eng

.....

2. Prof. Dr. Sudharto P. Hadi, MES

.....

3. Ir. Syafrudin, CES, 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 penulisan 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

Y. Yophie Turang

## 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 “ **Pengelolaan Bahan Kimia Sisa Analisis Laboratorium (Studi kasus di Laboratorium Proses PT Pupuk Kalimantan Timur Tbk – Bontang** “, latar belakang pemilihan dari judul tersebut antara lain adalah sebagai upaya untuk mengetahui sejauh mana dampak negatif akibat pembuangan bahan kimia sisa analisis dari laboratorium serta menetapkan model pengelolaan sesuai konsep produksi bersih guna mengurangi dan mencegah dampak negatif terhadap lingkungan. Adapun diharapkan bermanfaat untuk :

- Memperbaiki Sistem Manajemen Bahan Kimia dan Limbah Laboratorium yang sudah ada.
- Memberikan efisiensi biaya dalam hal pengelolaan bahan kimia sisa analisis di laboratorium sesuai penerapan konsep Produksi Bersih.
- Mengurangi jumlah bahan kimia sisa analisis akibat pengelolaan yang tidak optimal.

Pengelolaan Bahan kimia sisa analisis sebagai limbah laboratorium merupakan ide orisinal dari penulis yang setiap hari bekerja sebagai salah seorang staf laboratorium yang secara langsung melihat kondisi riil operasional laboratorium proses dimana keterkaitan pengelolaan bahan kimia dengan jumlah limbah yang dihasilkan oleh laboratorium terdapat korelasi.

Diharapkan melalui Tesis ini sistem manajemen pengelolaan bahan kimia dan limbah laboratorium yang diimplementasikan dapat menjadikan laboratorium

kimia yang 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. Bapak Rektor Universitas Diponegoro Semarang
2. Direktur Program Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang
3. Ketua Program Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang
4. Dosen Pembimbing Universitas Diponegoro Semarang
5. Dosen MIL dan jajaran administrasi Universitas Diponegoro Semarang
6. Direksi PT Pupuk Kalimantan Timur Tbk
7. Koordinator ITK PT Pupuk Kalimantan Timur Tbk
8. Ketua Korps Karyawan PT Pupuk Kalimantan Timur Tbk
9. Kepala Biro Teknologi PT Pupuk Kalimantan Timur Tbk
10. Kepala Biro K3LH PT Pupuk Kalimantan Timur Tbk
11. Kepala Sub Biro Laboratorium PT Pupuk Kalimantan Timur Tbk
12. Kepala Bagian Laboratorium Proses, Kepala Bagian UUL
13. Teman-teman mahasiswa MIL kelas Bontang
14. 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,

**Y.Yophie Turang**

L4K005025

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
ABSTRAKSI	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Permasalahan	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Sistim Manajemen Lingkungan	7
2.2 Strategi Pengelolaan Lingkungan	10
2.2.1 Pencegahan Pencemaran	13
2.2.2 Minimisasi Limbah	16
2.2.3 Sistim Daur Ulang Limbah	17
2.2.4 Penengendalia Pencemaran	18
2.2.5 Pengelolaan dan Pembuangan Limbah	18
2.2.6 Remediasi	18
2.3 Pendekatan Daya Dukung Lingkungan	20
2.4 Pendekatan Akhir Pipa	20
2.5 Produksi Bersih	21
2.6 Minimisasi Limbah Laboratorium	32
2.7 Penghasil Limbah	37

2.8	Analisis Keuangan sebagai Pendekatan Ekonomi	39
2.9	Analisis SWOT	39
III.	METODOLOGI PENELITIAN	41
3.1	Rancangan penelitian	43
3.1.1	Kompilasi Data	43
3.1.2	Analisis Data	43
3.1.3	Evaluasi Hasil Analisis	43
3.1.4	Pemilihan Alternatif Model	44
3.1.5	Rekomendasi	44
3.2	Ruang Lingkup Penelitian	44
3.3	Lokasi Penelitian	45
3.4	Jenis dan Sumber Data	45
3.5	Teknik Pengumpulan Data	45
IV.	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	35
4.1	Rona Lingkungan	45
4.1.1	Fisiologi	45
4.1.2	Lingkungan Industri	45
4.1.3	Kualitas Air Penerima Limbah	46
4.2	Pengelolaan Limbah Laboratorium Proses	48
4.2.1	Laboratorium Proses Kaltim-1/Kaltim-2	48
4.2.2	Laboratorium Proses Kaltim-3/POPKA/Kaltim-4	53
4.3	Pengelolaan Limbah Laboratorium Proses saat ini	60
4.3.1	Pengambilan Sampel	60
4.3.2	Pendinginan Sampel	60
4.3.3	Analisis Sampel	60
4.4	Analisis SWOT	64
4.4.1	Kekuatan (Strength)	64
4.4.2	Kelemahan (Weakness)	65
4.4.3	Kesempatan (Opportunity)	66
4.4.4	Ancaman (Threats)	66
4.5	Model Pengelolaan Limbah Laboratorium	67

4.6	Penerapan Produksi Bersih	68
4.6.1	Pemanfaatan Limbah sisa analisis untuk penetralan Di Unit Neutralization Sump.	68
4.6.2	Pemanfaatan Limbah Bahan kimia sisa sampel Ammonia Water	70
4.6.3	Pengambilan kembali urea prill dan uera granular	72
4.7	Strategi Pengelolaan Bahan Kimia Sisa Analisis Laboratorium	72
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	74
5.1	Kesimpulan	75
5.2	Rekomendasi	76

## DAFTAR PUSTAKA

**DAFTAR TABEL**

No. Tabel	Judul Tabel	Halaman
4.1	Hasil Analisis Open Ditch	47
4.2	Hasil Analisis Derajat Keasaman (pH) Limbah Laboratorium Proses	56
4.3	Hasil Analisis Sisa Sampel Ammonia Water	57

**DAFTAR GAMBAR**

No.	Gambar	Judul Gambar	Halaman
2.1		Hirarki Produksi Bersih (Strategi Konsep Pengolahan)	18
2.2		Tingkatan Manajemen Limbah	35
2.3		Skema Pembentukan Limbah Berbahaya	37
3.1		Blok Diagram Penelitian	42
4.1		Lokasi Open Ditch	48
4.2		Diagram Alur Pembuangan Limbah	49

**DAFTAR LAMPIRAN**

No. Lampiran	Judul Lampiran
1.	Gambar lokasi daerah penelitian Kota Bontang
2.	Gambar lokasi penelitian di area kawasan PT. Pupuk Kaltim
3.	Laporan Harian Laboratorium Utility Kaltim-1
4.	Laporan Harian Laboratorium Utility Kaltim-2
5.	Laporan Harian Laboratorium Utility Kaltim-3
6.	Laporan Harian Laboratorium Utility Kaltim-4
7.	Laporan Harian Laboratorium Urea Kaltim-1
8.	Laporan Harian Laboratorium Urea Kaltim-2
9.	Laporan Harian Laboratorium Urea Kaltim-3
10.	Laporan Harian Laboratorium Urea Kaltim-4
11.	Laporan Harian Laboratorium Urea POPKA
12.	Prosedur analisis pH Meter
13.	Prosedur analisis bahan sisa sampel ammonia water

## Abstrak

Laboratorium Proses PT. Pupuk Kaltim adalah unit pendukung proses pabrik Utilitas, Amoniak, Urea berfungsi memberikan data analisis untuk digunakan sebagai panduan operasional. Analisis sampel utilitas yaitu pH, konduktivitas, klorida, pospat, hidrazin, amoniak, nitrit, dan silika dengan bahan kimia pereaksi membentuk senyawa kompleks berwarna, menghasilkan limbah bersifat asam ( $\text{pH} < 1,0$ ) yang bersifat korosif pada instalasi logam dan gangguan pada kondisi tanah dan menghambat pembusukan. Analisis gas proses pada pabrik amoniak dinetralkan dengan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , dan larutan KOH penyerap  $\text{CO}_2$  dalam gas proses pabrik amoniak, serta sisa sampel urea prill/granular padat dan larutan Amonia Water sisa sampel dengan konsentrasi  $\text{CO}_2$  1-3 %,  $\text{NH}_3$  1-3 %, Urea 2-5 %, dari pabrik urea yang menghasilkan timbunan limbah yang harus dibuang.

Tujuan pengelolaan limbah adalah untuk mengetahui sejauh mana pengelolaan bahan-bahan kimia sisa analisis, mengetahui dampak negatif terhadap lingkungan, serta mengembangkan model produksi bersih yang dapat diterapkan secara tepat, dan bijaksana guna mencegah dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Dengan mengelola limbah bahan kimia sisa analisis yaitu memanfaatkan timbunan limbah bahan buangan sesuai prinsip "*reuse, recycle, recovery*" dapat memberikan manfaat secara ekonomis dan mengurangi dampak ekologis yakni pencemaran.

Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan secara kuantitatif dimulai pengambilan sampel, segregasi, pendinginan, preparasi, analisis sampel diperoleh limbah sisa analisis dari unit utility dan dampaknya terhadap lingkungan, sedangkan secara kuantitatif jumlah buangan limbah bahan kimia sisa analisis dimanfaatkan untuk menetralkan buangan limbah hasil pencucian unit *mix Bed* di Unit *Neutralization Sump* pabrik Kaltim-2. Limbah sisa sampel analisis ammonia water, ditampung dan di reuse di unit *Ammonia Water Tank* (S-308), sedangkan sisa sampel urea prill dan urea granular ditampung dan di *recovery* ke unit Gudang dan Pengantongan dengan penerapan *reuse, recycle, recovery* sesuai konsep produksi bersih.

Rekomendasi pengelolaan limbah bahan kimia sisa analisis campuran dari unit pabrik utilitas, amoniak dengan derajat  $\text{pH} < 1,0$  digunakan untuk menetralkan limbah (*reuse*) buangan hasil pencucian resin *mix bed* di Unit *Neutralization Sump* sebagai pengganti bahan penetral asam sulfat dengan penghematan biaya Rp 20.240.000/tahun, dan *reuse, recycle* limbah sisa sampel amoniak water dari unit pabrik urea melalui tanki ammonia water (308F) dengan nilai penghematan Rp 94.200.000/tahun, serta *recovery* limbah sisa sampel urea prill dan granular sebesar Rp 2.700.000/tahun.

Kata kunci : Laboratorium, produksi bersih, peningkatan efisiensi, mengurangi pencemaran.

**PROCESSING THE WASTE OF CHEMICAL SUBSTANCE  
FROM THE REMAIN OF LABORATORY ANALYSIS**

**Y. Yophie Turang**  
**Master Program of Environmental Science**  
**Diponegoro University, Semarang**

**Abstract**

*The process laboratory of PT. Pupuk Kaltim, is a unit that supports the manufacturing process of utility, ammoniac, and urea. The function is to provide data analyses which are used as operational guidelines. The analysis of utility sample includes: pH, conductivity, chloride, phosphate, hydrazine, ammoniac, nitrite, and silica which reacts with reactant to form a colorful complex compound, measured by spectrophotometer, which produces an acidic waste ( $\text{pH} < 1.0$ ) which is corrosive to metal installation and causing soil imbalance. The analysis of processing gas at ammoniac plant neutralizes ammoniac gas sample by using  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , and captures  $\text{CO}_2$  gas by using  $\text{KOH}$ . The analysis of urea sample, the sample taking of produces liquid waste of ammoniac water with the composition of  $\text{CO}_2$  1-3 %,  $\text{NH}_3$  1-3 %, urea 2-5 %, and prill urea, a solid form of granular urea, which produces a waste that needs to be dumped.*

*The objective of waste processing is to know how far the processing of chemical substance from the remain of laboratory analysis has given impacts to the environment, as well as to develop a clean production model which can be applied adjacently, to prevent and minimize its negative impacts toward the environment. By processing chemical substance waste from the analysis remain, meaning utilizing the waste with the principles of “reuse, recycle, recovery”, it is expected that the waste gives economical benefit as well as reduces the ecological impacts in the form of pollution.*

*The processing of chemical substance waste from the analysis remain by applying the concept of clean production goes like this. The sample from the utility unit forms a complex compound with  $\text{pH} < 1.0$ . This compound is used to neutralize the waste resulted in the washing process of mix bed resin at neutralization unit. As the substitute of neutralizing substance for sulphate acid, the unit has saved Rp. 20,240,000.00. The reuse of the waste from the sample remain of urea laboratory analysis has saved Rp. 94,200,000.00 per year. The recovery of the waste from the sample remain of prill and granular urea has saved 2,000,000.00 per year.*

*It is recommended that the laboratory processes the chemical substances from the analysis remain with the  $\text{pH} < 1.0$  from the complex compound of the sample in utility plant, ammonia water, and prill/granular urea, so that it can become the substitute of neutralizer in the neutralization Sump Unit, by applying reuse, recycle, and recovery methods which is in line with the concept of clean production.*

*Key words: laboratory, clean production, efficiency improvement, and pollution reduction.*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar belakang**

Pembangunan di bidang industri telah membawa perubahan yang mendasar dalam struktur ekonomi Indonesia, bahkan proses industrialisasi juga mampu mendorong berkembangnya industri sebagai motor penggerak dalam peningkatan laju pertumbuhan ekonomi, perluasan kesempatan kerja, pendapatan devisa dan sekaligus sebagai wahana transformasi teknologi dalam menunjang pembangunan itu sendiri. Dalam proses industri untuk menghasilkan suatu produk sejak tahap transportasi dan pemasukan bahan baku, sampai proses fabrikasi, distribusi dan pemasaran hasil sedikit banyak selalu menimbulkan dampak terhadap lingkungan.

Sebagai salah satu Badan Usaha Milik Negara yang bergerak di bidang pupuk dan berlokasi di Bontang, pada saat ini PT. Pupuk Kalimantan Timur Tbk. mengoperasikan sebanyak 4 (empat) buah pabrik ammonia dengan total kapasitas produksi 1.800.000 ton ammonia per tahun dan 5 (lima) buah pabrik urea dengan total kapasitas produksi 3.000.000 ton urea per tahun.

Seiring dengan itu pula, maka untuk mengontrol proses operasi dan produksi maka laboratorium akan memberikan kontribusi dalam menganalisa semua tahapan proses itu mulai bahan baku utama dan pendukung termasuk memantau kualitas lingkungannya. Pada setiap pelaksanaan tugas atau pekerjaan didalam suatu laboratorium, proses seperti titrasi, sintesa, destilasi dan ekstraksi akan selalu dan tetap menghasilkan bahan kimia sisa pakai, yaitu yang tidak langsung dan yang langsung perlu dibuang. Demikian pula kadang kala terdapat bahan kimia yang tumpah atau tidak terpakai yang harus dibuang secara khusus atau bersama-sama dengan buangan limbah lain berupa cairan. Dalam pembuangan bahan-bahan kimia tersebut haruslah juga dipikirkan dan dipahami

tentang masalah kepentingan masyarakat dan lingkungannya, terlebih apabila industri atau laboratorium berada ditengah-tengah kehidupan masyarakat yang mempunyai kepadatan penduduk yang tinggi. Saat ini misalnya baik yang ada disekitar kita maupun yang kita ketahui melalui media informatika, banyak kasus pencemaran lingkungan yang merusak harkat hidup lingkungannya sendiri dan terutama bagi masyarakat sekarang ini dan generasi akan datang.

Memang seharusnya mengelola bahkan membuat daur ulang limbah atau dikenal dengan istilah “*recycle*” dan membuang limbah secara aman adalah cara yang cukup baik dan efektif dilakukan, bukan dibuang tanpa memperhitungkan akibat yang ditimbulkan pada saat ini maupun pada masa akan datang yang dampaknya dirasakan oleh generasi anak cucu kita nanti. Padahal dalam beberapa kasus, dengan sedikit pengolahan atau dengan cara melakukan teknologi, bahan-bahan kimia sisa pakai analisis atau hasil buangan tidak menimbulkan dampak antara lain pencemaran, keracunan dan juga tidak merusak lingkungan.

Sikap dan kesadaran yang tinggi serta diikuti dengan tindakan yang nyata harus dimiliki oleh semua pihak, mengingat bahwa dari industri pada umumnya dan laboratorium khususnya selalu dibuang bahan-bahan kimia yang kita kenal dan ketahui amat beracun itu. Selain itu pula didalam proses pembuangannya, sangat perlu diperhatikan ada dampak yang akan ditimbulkan misalnya kerusakan pada sarana pembuangan, serta terutama keselamatan dan kesehatan kerja bagi yang melaksanakannya amat terlebih bagi kelestarian lingkungan.

Pembuangan limbah dapat menyebabkan turunnya efisiensi, karena di dalam limbah biasanya terdapat bahan-bahan yang masih dapat digunakan atau dapat dimanfaatkan kembali untuk proses produksi. Sebagai contoh adalah pembuangan sebagian sisa gas dari *synthesis loop* di pabrik Amoniak, yang dimaksudkan untuk membuang *inert gas* berupa methane dan argon sehingga bisa memperbesar konversi pembentukan ammonia. Namun ternyata dalam sisa gas

ini masih mengandung Nitrogen, Hydrogen, dan sedikit Amoniak, yang masih bisa didaur ulang untuk menambah produktifitas dan efisiensi.

Laboratorium Proses PT. Pupuk Kalimantan Timur Tbk terdiri dari laboratorium Kaltim-1/Kaltim-2, Kaltim-3//POPKA, Kaltim-4 merupakan salah satu unit pendukung proses di pabrik Utilitas, Amoniak dan Urea yang berfungsi memberikan data hasil analisis untuk digunakan sebagai salah satu panduan operasional dengan tahapan melakukan pengambilan sampel dan proses analisis sampai diperoleh data hasil analisis.

Pabrik utilitas antara lain pH, konduktivitas, klorida, pospat, hidrazin, ammonia, nitrit dan silika direaksikan dengan bahan kimia sesuai dengan karakteristik masing-masing membentuk larutan senyawa berwarna dan diukur dengan metode spektrofotometri kemudian diperoleh data konsentrasi hasil analisis yang secara rutin berlangsung terus-menerus dan menghasilkan limbah buangan campuran yang dibuang secara langsung.

Pabrik amoniak dengan melakukan analisis terhadap sampel gas proses pabrik termasuk kadar amoniak dari unit konverter, sisa gas dan flash gas, menghasilkan limbah hasil titrasi penetralan  $H_2SO_4$  dengan NaOH, serta limbah hasil penyerapan  $CO_2$  dalam gas proses oleh KOH 40 % dan dibuang langsung melalui bak pencucian.

Pabrik urea melakukan pengambilan sampel secara rutin sejumlah rata-rata volume yang besar menghasilkan buangan limbah cairan amoniak water dengan komposisi serta konsentrasi  $CO_2$  1-3 %,  $NH_3$  1-3 %, dan urea 2-5 %, dan urea prill, urea granul wujud padat yang dibuang langsung melalui bak pencucian.

Dari rangkaian proses tersebut diperoleh sejumlah limbah campuran bahan kimia sisa analisis utilitas dengan konsentrasi asam ( $pH < 1,0$ ) yang dampaknya mengakibatkan rusaknya fasilitas disekitar laboratorium dan menghambat proses pembusukan. Hal yang sama terjadi dengan pembuangan limbah sisa analisis

laboratorium urea yakni campuran buangan limbah cair *ammonia water* dan *urea prill* (butiran urea ) dan *granular* (urea glintiran) yang secara rutin dibuang langsung.

Berdasarkan pada kenyataan yang ada dapat disimpulkan bahwa jumlah buangan limbah dihasilkan laboratorium proses yang sampai saat ini belum pernah dihitung secara riil memiliki potensi serta ancaman berupa pencemaran, gangguan bagi keselamatan dan kesehatan kerja serta lingkungan sangat signifikan sementara disisi lain limbah tersebut dapat dimanfaatkan kembali dengan strategi pengelolaan berdasarkan prinsip Produksi Bersih.

Sesuai dengan definisi yang dari UNEP (*United Nation Environment Program*), Produksi Bersih atau *cleaner production* merupakan suatu strategi pengelolaan lingkungan yang bersifat produktif dan terpadu yang diterapkan secara terus menerus pada proses produksi dan produk untuk menaikkan efisiensi dan mengurangi terjadinya resiko terhadap manusia dan lingkungan.

Hal ini sejalan dengan Konsep Produksi Bersih (*Cleaner Production*) yang pada intinya adalah mencegah, mengurangi atau menghilangkan terbentuknya limbah atau pencemaran pada sumbernya di seluruh daur hidup produk sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan mengurangi terjadinya resiko terhadap manusia dan lingkungan.

## **1.2 Permasalahan**

Berdasarkan latar belakang permasalahan tersebut diatas, maka dapat ditarik pokok permasalahan sebagai berikut :

1. Limbah bahan kimia sisa analisis laboratorium dengan karakteristik derajat keasaman ( $\text{pH} < 1,0$ ) berdampak negatif sebagai bahan korosif dan beracun akan merusak instalasi logam dan tanah, menghambat proses pembusukan serta bermuara pada pencemaran lingkungan, sehingga perlu ada pengelolaan limbah bahan kimia sisa analisis yang berasal dari buangan limbah

laboratorium proses dan perencanaan pengelolaan secara terpadu dengan pendekatan berdasarkan penerapan konsep produksi bersih.

2. Jumlah buangan limbah bahan kimia sisa analisis dari laboratorium setelah proses analisis dibuang langsung akan mengakibatkan kerusakan fasilitas instalasi, kerusakan tanah dan menghambat proses pembusukan. Belum dilakukan penerapan konsep produksi bersih (*cleaner production*) didalam pengelolaan limbah laboratorium. Mengingat berdasarkan kajian awal jika dilakukan penerapan teknologi bersih, diperkirakan akan diperoleh keuntungan. Oleh karena itu perlu diteliti seberapa besar nilai keuntungan tersebut.

### **1.1 Tujuan Penelitian**

1. Untuk mengetahui sejauh mana pengelolaan bahan-bahan kimia sisa pakai atau sisa analisis dari laboratorium dan dampaknya terhadap lingkungan.
2. Untuk mengembangkan model produksi bersih yang dapat diterapkan secara tepat di laboratorium sehingga mencegah dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

### **1.2 Manfaat Penelitian**

Setelah diketahui permasalahan dan tujuan penelitian ini, maka diharapkan manfaat yang diperoleh adalah :

1. Metode Pengelolaan bahan kimia sisa pakai dan analisis dari laborotrium dapat dilakukan secara terpadu di PT. Pupuk Kalimantan Timur Tbk. dan meminimalkan pencemaran serta kerusakan lingkungan.
2. Dapat diketahui hasil pengelolaan limbah dan diperoleh kontribusi secara ekonomis dengan pelaksanaan mengelola limbah bahan kimia sisa analisis dari laboratorium.
3. Digunakannya metode Inovasi CQI (*Continous Quality Improvement*) sebagai alternatif serta cara pengelolaan bahan-bahan kimia analisis dari laboratorium

kemudian dibakukan bagi kepentingan perusahaan, terutama bagi kelestarian lingkungan menuju pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development*) sesuai dengan penerapan konsep produksi bersih.

4 Manfaat lain secara umum adalah :

- Mendukung secara *corporate* manajemen perusahaan di bidang pengelolaan lingkungan terutama pada penerapan gerakan mutu bagi seluruh karyawan guna kepentingan lingkungan hidup.
- Dengan keterlibatan karyawan memberikan citra positif perusahaan.
- Dapat diketahui manfaat pengelolaan ditinjau dari aspek ekonomis dan ekologis.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Sistem Manajemen Lingkungan (SML)**

Sehubungan dengan semakin meningkatnya kepedulian terhadap pencapaian penunjukkan kinerja lingkungan maka banyak organisasi melaksanakan kegiatan pengelolaan terhadap lingkungannya. Hal ini dilaksanakan dalam konteks penerapan peraturan dan perundang-undangan, pengembangan kebijakan ekonomi, dan perangkat lain yang mendorong perlindungan terhadap lingkungan serta meningkatnya peranan pihak-pihak yang berkepentingan terhadap lingkungan dan pembangunan berkelanjutan.

Berbagai organisasi telah melaksanakan kajian dan audit terhadap lingkungan guna mengkaji kinerja lingkungan dalam kegiatannya. Bila dilakukan sendiri mungkin kajian dan audit tersebut tidak cukup untuk memberikan jaminan bahwa kinerja lingkungan memenuhi syarat dan ketentuan yang berlaku. Agar efektif kajian dan audit tersebut perlu dilaksanakan dalam suatu sistem manajemen yang terstruktur dan terorganisasi serta berkelanjutan.

Standar Nasional Sistem Manajemen Lingkungan bertujuan untuk menyediakan unsur-unsur yang penting sebagai suatu sistem manajemen lingkungan yang efektif dan dapat diintegrasikan dengan sistem manajemen lain termasuk manajemen ekonomi.

Standar nasional ini juga menetapkan persyaratan sistem manajemen lingkungan yang memungkinkan organisasi mengembangkan kebijakan dan tujuan yang memperhatikan persyaratan dan informasi tentang aspek lingkungan.

Keberhasilan sistem manajemen lingkungan sangat tergantung pada komitmen semua lapisan terutama manajemen puncak dalam menetapkan tujuan dan mengembangkan kebijakan lingkungan serta proses untuk melaksanakannya secara konsisten.

Sebagai salah satu upaya di dalam melakukan monitoring pelaksanaan konsep produksi bersih, suatu perusahaan diharapkan menerapkan program monitoring dan evaluasi terhadap pelaksanaan tersebut. Program monitoring dan evaluasi ini bisa dalam bentuk penerapan Sistem Manajemen Lingkungan (*Environmental Management System*), yang dikenal dengan Manajemen ISO 14000.

Sistem Manajemen Lingkungan merupakan bagian integral dari sistem manajemen perusahaan secara keseluruhan yang terdiri dari satu set pengaturan-pengaturan secara sistematis yang meliputi struktur organisasi, tanggung jawab, prosedur, proses, serta sumberdaya dalam upaya mewujudkan kebijakan lingkungan yang telah digariskan oleh perusahaan.

Sistem Manajemen Lingkungan memberikan mekanisme untuk mencapai dan menunjukkan performansi lingkungan yang baik, melalui upaya pengendalian dampak lingkungan dari kegiatan, produk dan jasa.

Sistem tersebut juga dapat digunakan untuk mengantisipasi perkembangan tuntutan dan peningkatan performansi lingkungan dari konsumen, serta untuk memenuhi persyaratan peraturan lingkungan hidup dari pemerintah.

Agar dapat dilaksanakan secara efektif, Sistem Manajemen Lingkungan atau ISO 14000 mencakup beberapa unsur utama sebagai berikut:

1. *Kebijakan Lingkungan*

Kebijakan Lingkungan merupakan suatu pernyataan tentang maksud kegiatan manajemen lingkungan dan prinsip-prinsip yang digunakan untuk mencapainya.

2. *Perencanaan*

Perencanaan mencakup identifikasi aspek lingkungan dan persyaratan peraturan lingkungan hidup yang bersesuaian, penentuan tujuan pencapaian dan program pengelolaan lingkungan.

3. *Implementasi*

Implementasi mencakup struktur organisasi, wewenang dan tanggung jawab, training, komunikasi, dokumentasi, kontrol dan tanggap darurat.

4. *Pemeriksaan reguler dan tindakan perbaikan*

Pemeriksaan Reguler dan Tindakan Perbaikan mencakup pemantauan, pengukuran dan audit.

5. *Kajian manajemen*

Kajian Manajemen merupakan kajian tentang kesesuaian dan efektivitas sistem dalam rangka mencapai tujuan dan perubahan yang terjadi diluar organisasi.

Dengan implementasi Sistem Manajemen Lingkungan yang tertuang di dalam sertifikat ISO 14000, maka diharapkan semua standar baku mutu yang telah ditetapkan oleh pemerintah di dalam berbagai peraturan perundang-undangan bisa dijaga dan dipenuhi persyaratannya.

Menurut Hadi (2003:10) dengan mengadopsi pola PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) maka upaya implementasi SML didapatkan panduan sebagai berikut :

1. *Plan*, Perusahaan perlu menjawab pertanyaan kritis tentang 'dimana posisi perusahaan dan kemana akan menuju?' dengan jawaban:
  - a. *Review* lingkungan awal dengan mengidentifikasi posisi organisasi dalam kaitan dengan lingkungan, mengidentifikasi aspek dan dampak lingkungan.
  - b. Berdasarkan butir a., disusun sasaran dan target yang bisa diukur.
  - c. Organisasi menyusun kebijakan yang merespon isu-isu lingkungan bersama para pimpinan dan anggota serta para *stakeholder*.
2. *Do*, Implementasikan kebijakan dan program yang telah disusun pada Butir *plan*. disini diperlukan tanggung jawab, prosedur dan sumber-sumber untuk melaksanakan *plan* tersebut. Termasuk didalamnya training (pelatihan) yang diperlukan untuk melaksanakan program dimaksud.
3. *Check*, Disini adalah tahapan untuk menjawab pertanyaan: "*How are we doing*". Pemantauan dan pengawasan merupakan instrumen untuk mencatat kinerja. Tahapan ini termasuk melakukan tindakan koreksi dan pencegahan, prosedur audit kerja, dengan tujuan adalah untuk

mengkaji kinerja lingkungan dengan sasaran dan target yang telah dicanangkan.

4. *Act*, Tindakan diperlukan dalam mengoreksi masalah yang timbul sebagaimana diidentifikasi sebelumnya.

## 2.2 Strategi Pengelolaan Lingkungan

Menurut Undang Undang Nomor 23 tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup, pembangunan berkelanjutan yang berwawasan lingkungan adalah upaya sadar terencana, yang memadukan lingkungan hidup, termasuk sumberdaya ke dalam proses pembangunan untuk menjamin kemampuan, kesejahteraan dan mutu hidup generasi masa kini dan masa depan. Secara umum prinsip pembangunan berkelanjutan dapat diartikan sebagai pelaksanaan pembangunan masa kini tanpa mengorbankan kemampuan membangun generasi mendatang dalam memenuhi kebutuhan mereka. Hal ini biasa juga diistilahkan sebagai *intergeneration commitment solidarity of development*.

Industrialisasi yang cepat telah menciptakan berbagai peluang baru untuk mendistribusikan hasil-hasil pembangunan dengan lebih efektif, sehingga dapat memberikan kontribusi peningkatan pendapatan dan dapat mengurangi kemiskinan. Namun, industrialisasi juga menimbulkan dampak, baik secara langsung maupun tidak pada pusat industri dan daerah sekitarnya tetapi juga sampai pada tingkat regional, nasional bahkan lingkungan secara global. Dampak langsung dari kegiatan industri antara lain pembuangan limbah.

Hal ini disadari karena struktur industri yang dipakai hanya untuk mengejar keuntungan dan bahkan tidak mempertimbangkan penggunaan proses produksi yang telah disempurnakan dengan sentuhan teknologi mutakhir sehingga limbah buangan dapat dijinakkan bahkan dalam pengoperasiannya menjadi “ramah” lingkungan. Isu pengelolaan limbah secara langsung telah merasuk ke hampir semua aspek kehidupan seluruh lapisan masyarakat yang mencakup pengelolaan limbah padat, cair, yang ada di lingkungan pemukiman, industri, pengelolaan dan

pengaturan penggunaan bahan kimia beracun dan berbahaya (limbah B3), termasuk limbah rumah sakit, radioaktif, buangan gas dan lain sebagainya.

Produksi limbah (bahan pencemar) industri semakin meningkat dengan cepat, terutama limbah B3, dan ironisnya pada umumnya dibuang langsung ke perairan laut. Limbah B3 yang dihasilkan industri antara lain logam berat, sianida, pestisida, cat dan zat warna, minyak, zat pelarut dan bahan-bahan kimia lainnya. Salah satu contoh, masukan kuantitas limbah kedalam ekosistem pesisir dan laut di Indonesia terus meningkat dengan tajam. Walaupun telah diketahui dan dimengerti bahwa limbah B3 sangat berbahaya bagi kesinambungan eksploitasi sumber daya laut dan kelestarian fungsi lingkungan hidup, maupun bagi kesehatan masyarakat yang diduga mengkonsumsi hasil sumber daya laut dari perairan tersebut, namun pada kenyataannya menunjukkan bahwa masih saja limbah B3 yang sangat berbahaya ini dibuang diperaian laut.

Bahan-bahan kimia sisa pakai analisis adalah bahan yang tidak digunakan lagi pada industri atau laboratorium, karena sudah tidak diperlukan atau sebagai akibat dari suatu reaksi kimia yang menghasilkan produk yang tidak ada kaitannya lagi dengan maksud selanjutnya. Secara kimia bahan-bahan tersebut dapat dibagi menjadi bahan organik dan bahan anorganik. Sedangkan secara fisika dibagi menjadi wujud padat, cair dan gas.

Proses pengelolaan dan penanggulangan bahan-bahan kimia sisa tersebut disusun berdasarkan pembagian sifat-sifat diatas dengan tujuan :

- Mengurangi beban alam dan lingkungan untuk menetralkan hasil buangan yang sifatnya berbeda dengan alam itu.
- Mencegah pencemaran terhadap alam lingkungan sekitarnya.
- Memanfaatkan sejauh mungkin bahan buangan untuk keperluan lain dengan istilah daur ulang limbah.

Seperti diketahui bahwa bahan sisa pakai dan analisis biasanya memiliki karakteristik seperti konsentrasi asam atau basa tinggi, kekeruhan, warna dan bau, suhu tinggi, beracun, menggapung atau mengendap.

Keadaan sifat demikian tidak dapat diterima oleh lingkungan alam yang mendapat beban bahan buangan dan mengakibatkan keseimbangan alamiah berubah.

Keseimbangan itu terganggu akibat adanya bahan lain yang berubah atau bergesernya kondisi normal sebagai akibat adanya bahan lain yang menghalangi, menghambat, bahkan merusak aktifitas habitatnya. Dalam keadaan normal, oksigen yang terlarut dimanfaatkan oleh makhluk air untuk bernafas dan sekaligus untuk menetralkan keadaan perairan agar makhluk hidup tersebut dapat hidup.

Untuk menghilangkan gangguan terhadap lingkungan hidup, maka bahan buangan perlu diolah agar mutu hasil olahannya sama atau mendekati mutu yang dikehendaki oleh lingkungan sekitarnya.

Gangguan terhadap lingkungan berarti pencemaran. Perlakuan untuk membuat bahan buangan menjadi dapat diterima oleh alam lingkungan berarti menghindari pencemaran. Oleh sebab itu pada dasarnya pengelolaan bahan buangan khususnya bahan kimia sisa pakai analisis dari laboratorium adalah salah satu bentuk pengolahan yang bertujuan untuk menjaga keawetan dan kelangsungan hidup alam.

Alam lingkungan terdiri dari tiga bagian sistim yang besar yakni Udara, Perairan yang (meliputi permukaan, dalam tanah ,dan laut) serta Tanah. Bahan buangan dapat memasuki paling sedikit melalui salah satu sistim tersebut. Kita ketahui bahwa ketiga sistim tersebut diatas tidak hanya untuk tempat pembuangan tetapi juga untuk aktivitas lain, baik oleh manusia maupun makhluk hidup lain dalam alam itu sendiri.

Jika metode pembuangan pada pelaksanaannya tidak diatur dan dikelola dengan baik dan benar maka dapat pula dipastikan akan merusak keseimbangan alamiah yang disebut pencemaran, karena pemakai dan penghuni alam lainnya juga terganggu.

Salah satu contoh kongkrit yaitu di dalam perairan, dimana didalam sistim ini juga dikenal memiliki kemampuan untuk atau mengalami "BIODEGRADASI" sampai pada batas tertentu artinya, setiap ada bahan lain yang masuk kedalam sistim perairan maka dapat diuraikan sendiri menjadi bagian dari alam itu. Proses penguraian itu terjadi dengan bantuan oksigen yang terlarut, sinar matahari, jasad renik atau (mikroorganisme) serta binatang dan juga tumbuh-tumbuhan.

Namun harus dipahami pula bahwa kemampuan penguraian tersebut juga sangat terbatas, sehingga bila beban pemberian dan tambahan bahan lain tersebut berlebihan dan sering dilakukan, maka pada suatu saat akhirnya alam itu tidak sanggup lagi untuk menetralkannya dan kemudian tentu tidak dapat lagi mempertahankan keadaan lingkungannya.

Limbah dan emisi merupakan hasil yang tak diinginkan dari kegiatan industri. Sebagian besar industri masih berkuat pada pola pendekatan yang tertuju pada aspek limbah. Bahkan masih ada yang berpandangan bahwa limbah bukanlah menjadi suatu permasalahan dan kalau perlu keberadaannya tidak diperlihatkan.

Pihak industri mungkin belum menyadari bahwa sebenarnya “limbah” sama dengan “uang” atau pengertian tentang limbah yang terbalik, artinya bahwa limbah merupakan uang atau biaya yang harus dikeluarkan dan mengurangi keuntungan. Memang benar bahwa dengan mengabaikan persoalan limbah, keuntungan tidak akan berkurang untuk jangka pendek. Pihak industri yang demikian mungkin belum melihat faktor biaya yang berkaitan dengan “*image*” perusahaan dan tuntutan pembeli dari luar negeri yang mensyaratkan pengelolaan lingkungan dengan ketat.

Kita melihat bahwa ada peluang yang sebenarnya mempunyai nilai ekonomi tinggi tetapi pada akhirnya terlepas karena mengabaikan aspek lingkungan.

Hirarki dari konsep pengelolaan lingkungan adalah sebagai berikut :

### **2.2.1 Pencegahan Pencemaran (*pollution prevention*)**

Pada konsep penerapan produksi bersih, eliminasi sebagai metode pengurangan limbah secara total (*zero discharge*) merupakan metode pencegahan pencemaran (*pollution prevention*). *Pollution prevention* adalah merupakan suatu istilah yang digunakan untuk menjelaskan strategi dan teknologi produksi yang menghasilkan penghilangan atau pengurangan jumlah limbah.

Menurut *Environmental Protection Agency* (EPA), pencegahan pencemaran didefinisikan sebagai penggunaan material-material, proses-proses atau praktek-

praktek yang bisa mereduksi atau menghilangkan timbulnya polutan atau limbah pada sumbernya. Termasuk dalam praktek-praktek yang mereduksi penggunaan bahan berbahaya (hazardous materials), energi, air atau sumber daya lainnya dan praktek-praktek yang memproteksi sumber daya alam melalui konservasi atau penggunaan yang lebih efisien. (Bishop, 2000).

Termasuk dalam pengertian pencegahan pencemaran adalah modifikasi proses-proses industri yang bertujuan untuk meminimalkan produksi limbah dan implementasi konsep-konsep *sustainability* untuk konservasi sumber-sumber daya yang bernilai (*valuable*).

Aktifitas-aktifitas pencegahan pencemaran meliputi perubahan-perubahan produk (*product changes*), perubahan proses (*process changes*) dan perubahan metode operasi (*changes in methode of operation*). Perbaikan efisiensi dari suatu proses produksi sering dapat meminimalkan jumlah polutan yang ditimbulkan secara signifikan. Pencegahan pencemaran menawarkan kepada dunia industri berkaitan dengan suatu peluang (*opportunities*), walaupun aspek biaya, benefit dan resikonya sulit untuk diidentifikasi kuantitasnya secara penuh. (Freeman, 1995)

Pencegahan pencemaran merupakan suatu representasi perubahan yang signifikan dalam scope dan metodologi yang biasa digunakan dalam *waste management*. Hal ini merupakan suatu pendekatan multimedia yang berkonsentrasi pada pencegahan timbulnya limbah pada setiap unit yang ada di dalam pabrik.

Dengan menerapkan pencegahan pencemaran, maka industri akan memperoleh suatu perbaikan, terutama berkaitan dengan proteksi lingkungan dan peningkatan efisiensi, profitabilitas dan daya saing (*competitiveness*). Tujuan penerapan pencegahan pencemaran adalah untuk melakukan pencegahan polusi pada sumbernya melalui modifikasi pada proses produksi.

Pencegahan pencemaran dapat membantu perusahaan dalam mencapai tujuan sebagai berikut:

1. Memperbaiki *bottom line* suatu perusahaan
2. Membuat kesesuaian (*compliance*) dengan peraturan-peraturan tentang

lingkungan dengan lebih mudah.

3. Mendemonstrasikan suatu komitmen yang proaktif didalam mengejar setiap pencegahan pencemaran diibaratkan seperti mencegah suatu penyakit dengan cara mengubah kebiasaan makan dan gaya hidup (*lifestyles*), sedangkan pencegahan pencemaran diibaratkan seperti menggunakan obat dan operasi untuk mengurangi efek sakit.

Salah satu keuntungan yang bisa diperoleh dari penerapan pencegahan pencemaran adalah dapat membantu memenuhi kebutuhan masyarakat untuk menyelesaikan problem lingkungan yang bersifat kompleks dan urgen.

Insentif untuk program pencegahan pencemaran dapat menjadi suatu keuntungan bagi manajemen dan juga bagi industri secara umum (Freeman, 1995). Insentif sangat diperlukan untuk program implementasi pencegahan pencemaran, dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kategori sebagai berikut:

- a. Keuntungan ekonomi (*economic benefits*)  
Penurunan jumlah limbah meminimalkan semua biaya yang berhubungan dengan pengolahan dan penanganan limbah. Biaya untuk transportasi, pembuangan, pengolahan akan lebih rendah karena volume limbah yang ditimbulkan berkurang.
- b. Menaikkan image pada masyarakat serta relasi (*enhanced public image And relation*.) Kesadaran yang tumbuh mengenai pentingnya proteksi terhadap lingkungan dari berbagai kalangan masyarakat sudah mengakibatkan naiknya perhatian masyarakat pada permasalahan lingkungan. Kampanye politik yang telah menempatkan masalah lingkungan sebagai masalah yang prioritas pada agendanya merupakan suatu perhatian yang khusus dari masyarakat.
- c. Kesesuaian dengan peraturan (*regulatory compliance*)  
Penerapan program pencegahan pencemaran mengakibatkan penurunan yang sukses dari permasalahan kesesuaian dengan peraturan lain termasuk industri.

d. Berkurangnya kewajiban (*Reduction in liability*)

Kewajiban jangka pendek dan jangka panjang dapat dikurangi dengan program-program pencegahan pencemaran. Kewajiban jangka pendek seperti melepaskan ke lingkungan dapat dikurangi secara signifikan melalui reduksi pada semua penghasil limbah dan modifikasi proses lainnya. Kewajiban-kewajiban jangka panjang seperti pembuangan masalah-masalah yang berhubungan dengan limbah juga dapat dihilangkan.

### 2.2.2 Minimisasi limbah (*waste minimization*)

Strategi pengurangan limbah yang terbaik adalah strategi yang menjaga agar limbah tidak terbentuk pada tahap awal atau mengurangi pada sumber limbah (*minimization at the source*).

Minimisasi limbah pertama kali dimasukkan sebagai suatu kebijakan nasional *in the 1984 Hazardous and Solid Waste Amendments (HSWA)* ke dalam *the Resource Conservation and Recovery Act (RCRA)*, Amerika Serikat.

Program minimisasi limbah disamping bermanfaat untuk memperbaiki kualitas lingkungan, juga dapat memberikan keuntungan ekonomis berupa antara lain:

- a. Mengurangi biaya investasi / modal serta operasi unit pengolah limbah yang dilakukan di pabrik yang bersangkutan (*on-site*)
- b. Mengurangi biaya pengolahan limbah transportasi untuk pengolahan limbah di luar fasilitas pabrik (*off-site*)
- c. Mengurangi biaya untuk perijinan, pemantauan dan penekanan hukum.
- d. Mengurangi resiko serta biaya akibat tumpahan, kecelakaan dan tanggap darurat.
- e. Meningkatkan efisiensi produksi, yang berarti juga mengurangi biaya produksi.
- f. Dapat meningkatkan keuntungan karena penjualan atau pemanfaatan limbah.

Upaya minimisasi limbah dapat dikelompokkan menjadi 2 (dua) yaitu:

## **1. Reduksi Limbah Pada Sumbernya (*Source Reduction*)**

Reduksi limbah pada sumbernya (*Reduction at the source*) adalah upaya mengurangi volume, konsentrasi, toksisitas dan tingkat bahaya limbah yang akan keluar ke lingkungan secara preventif langsung pada sumber pencemar. Reduksi limbah pada sumbernya merupakan upaya yang harus dilakukan pertama dalam pengolahan limbah, karena upaya ini bersifat preventif, mencegah atau mengurangi terjadinya limbah yang keluar dari proses produksi.

Keuntungan yang paling menonjol dari upaya ini antara lain adalah meningkatkan efisiensi produksi, mengurangi biaya pengolahan limbah, dan pelaksanaannya relatif murah.

## **2. Pemanfaatan Limbah (*waste utilization*)**

Pemanfaatan limbah akan sangat membantu dalam mengurangi jumlah limbah yang ada di lingkungan. Pemanfaatan limbah berarti memberikan nilai tambah pada limbah yang semula tidak mempunyai nilai ekonomis menjadi bahan yang mempunyai nilai ekonomis dan dalam pelaksanaan pemanfaatan limbah dapat berlangsung secara on-site (di dalam pabrik yang bersangkutan) atau secara off-site (di luar pabrik yang bersangkutan).

Penggunaan Kembali adalah upaya pemanfaatan limbah dengan jalan menggunakannya kembali untuk keperluan yang sama atau fungsinya sama, tanpa mengalami pengolahan ataupun perubahan bentuk.

### **2.2.3 Sistem Daur Ulang (*Recycle System*)**

Jika timbulnya limbah tidak dapat dihindarkan dalam suatu proses, maka strategi untuk meminimalkan limbah tersebut sampai batas tertinggi yang mungkin dilakukan harus dicari, seperti misalnya daur ulang atau penggunaan kembali. Jika limbah tidak dapat dicegah atau diminimalkan melalui penggunaan kembali atau daur ulang, maka strategi yang mengurangi volume atau kadar racunnya melalui limbah dapat dilakukan. Walaupun strategi bagian akhir (*end of pipe treatment*)

ini kadang-kadang dapat mengurangi jumlah limbah, strategi tersebut tidak sama efektifnya dengan mencegah limbah di tahap awal.

#### **2.2.4 Pengendalian pencemaran (*pollution control*)**

Strategi yang harus dilakukan mengingat pada proses rancangan produksi perusahaan belum mengantisipasi adalah teknologi baru yang sudah bebas terjadinya limbah. Artinya limbah memang sudah terjadi dan ada dalam sistem produksinya, namun kualitas dan kuantitas limbah yang ada dikendalikan agar tidak melebihi baku mutu yang disyaratkan.

#### **2.2.5 Pengolahan dan pembuangan limbah (*Treatment and Disposal*)**

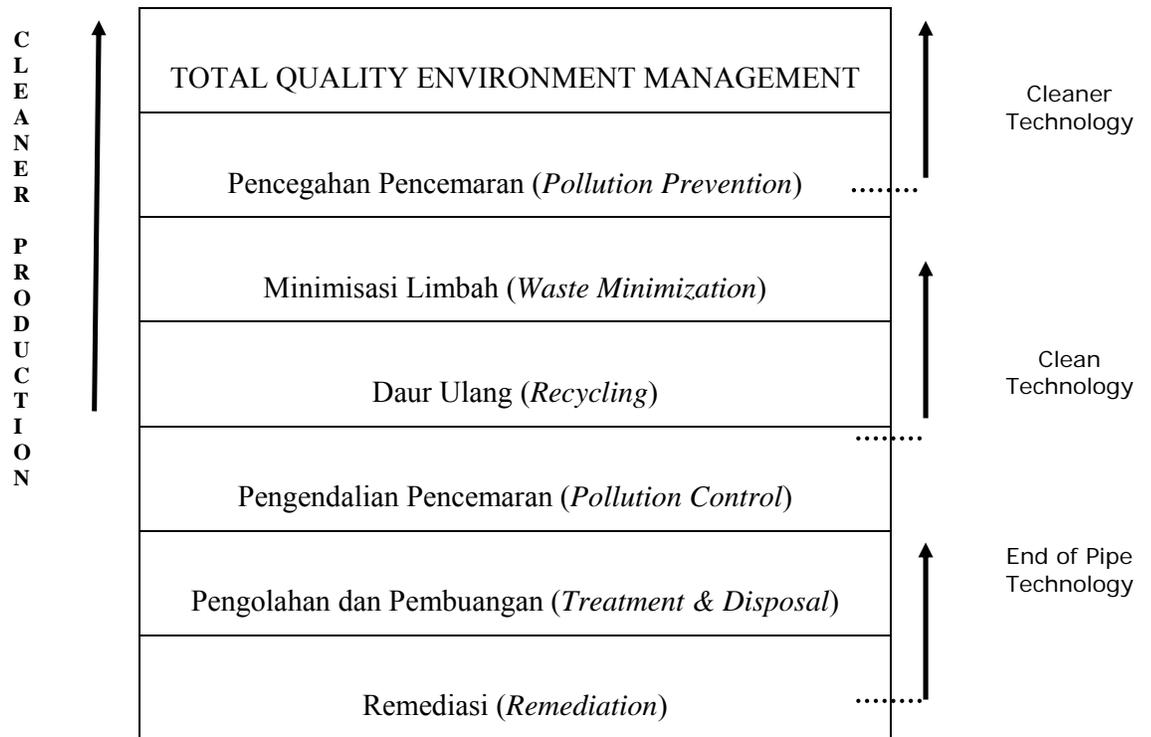
Strategi paling akhir yang perlu dipertimbangkan adalah metode pembuangan alternatif. Pembuangan limbah yang tepat merupakan suatu komponen penting dari keseluruhan program manajemen lingkungan, tetapi ini adalah teknik yang paling tidak efektif.

#### **2.2.6 Remediasi (*Remediation*)**

Remediasi adalah strategi penggunaan kembali bahan-bahan yang terbuang bersama limbah. Hal ini dilakukan untuk mengurangi kadar peracunan dan kuantitas limbah yang ada. Strategi untuk menghilangkan limbah atau mengurangi limbah sebelum terjadi (*preventive strategy*) lebih disukai daripada strategi yang berurusan dengan pengolahan limbah atau pembuangan limbah yang telah ditimbulkan (*treatment strategy*).

Dasar hukum pengelolaan lingkungan hidup Indonesia adalah UU No. 23 tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup telah menyatakan bahwa setiap orang berkewajiban memelihara lingkungan hidup, dan mencegah serta menanggulangi kerusakan dan pencemarannya.

Adapun strategi konsep pengelolaan dapat terbagi menjadi beberapa tahapan sebagai mana terurai pada gambar berikut:



Sumber : Bratasida L., *Konsep Penerapan Produksi Bersih*

Gambar 2.1 Hirarki Produksi bersih

Selain itu beberapa peraturan yang terkait dengan upaya pencegahan pencemaran juga telah dikeluarkan misalnya PP No. 081 tahun 2001 tentang Pengendalian Kualitas Air, dan PP No. 18 tahun 1999 tentang Perubahan Peraturan Pemerintah Nomor 12 tahun 1995 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.

Perkembangan pendekatan pengelolaan lingkungan adalah sebagai berikut :

- a. Pendekatan kapasitas daya dukung (*Carrying Capacity Approach*)
- b. Pendekatan Akhir Pipa (*End of Pipe Treatment*)
- c. Produksi Bersih (*Cleaner Production*)

### 2.3 Pendekatan Daya Dukung Lingkungan

Pada awalnya strategi pengelolaan lingkungan didasarkan pada pendekatan kapasitas daya dukung (*carrying capacity approach*), yaitu terpeliharanya ekosistem yang baik dan sehat serta untuk meningkatkan daya dukung lingkungan. Terpeliharanya ekosistem yang baik dan sehat ini merupakan tanggung jawab yang menuntut peran serta setiap anggota masyarakat. Pendekatan ini dalam perjalanannya tidak mampu lagi mempertahankan kondisi ekosistem tetap baik dan sehat. Hal ini disebabkan karena semakin banyak limbah yang dibuang ke lingkungan.

### 2.4 Pendekatan Akhir Pipa

Akibat terbatasnya daya dukung lingkungan alamiah untuk menetralkan pencemaran yang semakin meningkat, maka upaya mengatasi masalah pencemaran berkembang ke arah pendekatan *end of pipe treatment (EOPT)*, yaitu upaya mengelola limbah yang terbentuk.

Dalam kenyataannya upaya mengolah limbah yang terbentuk tersebut tidak memecahkan permasalahan yang ada. Pencemaran dan kerusakan lingkungan tetap terus terjadi dan cenderung terus berlanjut, karena dalam prakteknya pendekatan melalui pengolahan limbah menghadapi banyak berbagai kendala.

Masalah utama yang dihadapi adalah masih rendahnya *compliance* atau pentaatan dan penegakan hukum dan peraturan, masih lemahnya perangkat peraturan yang tersedia, serta masih rendahnya tingkat kesadaran.

Kendala lain yang dihadapi oleh pendekatan pengolahan limbah "*end of pipe approach*" antara lain sebagai berikut :

1. Pendekatan pengolahan limbah yang terbentuk sifatnya reaktif, yaitu bereaksi setelah limbah terbentuk. Tidak efektif dalam memecahkan masalah pencemaran lingkungan karena pada kenyataannya sering kali mengolah limbah hanyalah mengubah bentuk limbah.

2. Biaya investasi dan operasional pengolahan limbah termasuk mahal, yang dapat mengakibatkan biaya proses produksi meningkat dan harga jual produk naik. Hal ini menjadi salah satu penyebab kenapa pengusaha berupaya untuk tidak melaksanakan instalasi pengolahan limbah.
3. Memberi peluang untuk pengembangan teknologi rekayasa teknis pengolahan limbah sehingga upaya untuk mengurangi limbah pada sumbernya sejak awal cenderung kurang diperhatikan.
4. Peraturan perundang-undangan yang menetapkan persyaratan limbah yang boleh dibuang setelah dilakukan pengolahan cenderung dilanggar.

## **2.5 Produksi Bersih.**

Produksi Bersih merupakan tindakan efisiensi pemakaian bahan baku, dan energi, serta pencegahan pencemaran, dengan sasaran peningkatan produktivitas dan minimisasi timbulan limbah. Istilah Pencegahan Pencemaran seringkali digunakan untuk maksud yang sama dengan istilah Produksi Bersih. Demikian pula halnya dengan *Eco-efficiency* yang menekankan pendekatan bisnis yang memberikan peningkatan efisiensi secara ekonomi dan lingkungan.

Pola pendekatan produksi bersih bersifat preventif atau pencegahan timbulnya pencemar, dengan melihat bagaimana suatu proses produksi dijalankan dan daur hidup suatu produk. Pengelolaan pencemaran dimulai dengan melihat sumber timbulan limbah mulai dari bahan baku, proses produksi, produk dan transportasi sampai ke konsumen dan produk menjadi limbah. Pendekatan pengelolaan lingkungan dengan penerapan konsep produksi bersih melalui peningkatan efisiensi merupakan pola pendekatan yang dapat diterapkan untuk meningkatkan daya saing. Menurut UNEP, Produksi Bersih adalah strategi pencegahan dampak lingkungan terpadu yang diterapkan secara terus menerus pada proses, produk, jasa untuk meningkatkan efisiensi secara keseluruhan dan mengurangi resiko terhadap manusia maupun lingkungan (UNEP, 1994).

Produksi Bersih, menurut Kementerian Lingkungan Hidup, didefinisikan sebagai suatu Strategi pengelolaan lingkungan yang bersifat preventif, terpadu dan diterapkan secara terus-menerus pada setiap kegiatan mulai dari hulu ke hilir yang terkait dengan proses produksi, produk dan jasa untuk meningkatkan efisiensi penggunaan sumberdaya alam, mencegah terjadinya pencemaran lingkungan dan mengurangi terbentuknya limbah pada sumbernya sehingga dapat meminimisasi resiko terhadap kesehatan dan keselamatan manusia serta kerusakan lingkungan (KLH,2003).

Dari pengertian mengenai Produksi Bersih maka terdapat kata kunci yang dipakai untuk pengelolaan lingkungan yaitu : pencegahan pencemaran, proses, produk, jasa, peningkatan efisiensi, minimisasi resiko. Dengan demikian maka perlu perubahan sikap, manajemen yang bertanggung jawab pada lingkungan dan evaluasi teknologi yang dipilih.

Pada proses industri, produksi bersih berarti meningkatkan efisiensi pemakaian bahan baku, energi, mencegah atau mengganti penggunaan bahan-bahan berbahaya dan beracun, mengurangi jumlah dan tingkat racun semua emisi dan limbah sebelum meninggalkan proses.

Pada produk, produksi bersih bertujuan untuk mengurangi dampak lingkungan selama daur hidup produk, mulai dari pengambilan bahan baku sampai ke pembuangan akhir setelah produk tersebut tidak digunakan. Produksi bersih pada sektor jasa adalah memadukan pertimbangan lingkungan ke dalam perancangan dan layanan jasa.

Penerapan Produksi Bersih sangat luas mulai dari kegiatan pengambilan bahan termasuk pertambangan, proses produksi, pertanian, perikanan, pariwisata, perhubungan, konservasi energi, rumah sakit, rumah makan, perhotelan, sampai pada sistem informasi.

Pola pendekatan produksi bersih dalam melakukan pencegahan dan pengurangan limbah yaitu dengan strategi 1E4R (*Elimination, Reduce, Reuse, Recycle, Recovery/Reclaim*) (UNEP, 1999). Prinsip-prinsip pokok dalam strategi produksi bersih dalam Kebijakan Nasional Produksi Bersih (KLH, 2003) dituangkan dalam 5R (*Re-think, Re-use, Reduction, Recovery and Recycle*).

- **Elimination** (pencegahan) adalah upaya untuk mencegah timbulan limbah langsung dari sumbernya, mulai dari bahan baku, proses produksi sampai produk.
- **Re-think** (berpikir ulang), adalah suatu konsep pemikiran yang harus dimiliki pada saat awal kegiatan akan beroperasi dengan implikasi :
  - Perubahan dalam pola produksi dan konsumsi berlaku baik pada proses maupun produk yang dihasilkan, sehingga harus dipahami betul analisis daur hidup produk.
  - Upaya produksi bersih tidak dapat berhasil dilaksanakan tanpa adanya perubahan dalam pola pikir, sikap dan tingkah laku dari semua pihak terkait pemerintah, masyarakat maupun kalangan usaha.
    - **Reduce** (pengurangan) adalah upaya untuk menurunkan atau mengurangi timbulan limbah pada sumbernya.
    - **Reuse** (pakai ulang/penggunaan kembali) adalah upaya yang memungkinkan suatu limbah dapat digunakan kembali tanpa perlakuan fisika, kimia atau biologi.
    - **Recycle** (daur ulang) adalah upaya mendaur ulang limbah untuk memanfaatkan limbah dengan memrosesnya kembali ke proses semula melalui perlakuan fisika, kimia dan biologi.
    - **Recovery/ Reclaim** (pungut ulang, ambil ulang) adalah upaya mengambil bahan-bahan yang masih mempunyai nilai ekonomi tinggi dari suatu limbah, kemudian dikembalikan ke dalam proses produksi dengan atau tanpa perlakuan fisika, kimia dan biologi.

Meskipun prinsip produksi bersih dengan strategi 1E4R atau 5R, namun perlu ditekankan bahwa strategi utama perlu ditekankan pada Pencegahan dan Pengurangan (1E1R) atau 2R pertama. Bila strategi 1E1R atau 2R pertama masih menimbulkan pencemar atau limbah, baru kemudian melakukan strategi 3R berikutnya (*reuse, recycle, dan recovery*) sebagai suatu strategi tingkatan pengelolaan limbah. Tingkatan terakhir dalam pengelolaan lingkungan adalah pengolahan dan pembuangan limbah apabila upaya produksi bersih sudah tidak dapat dilakukan :

- **Treatment** (pengolahan) dilakukan apabila seluruh tingkatan produksi bersih telah dikerjakan, sehingga limbah yang masih ditimbulkan perlu untuk dilakukan pengolahan agar buanagn memenuhi baku mutu lingkungan.
- **Disposal** (pembuangan) limbah bagi limbah yang telah diolah. Beberapa limbah yang termasuk dalam ketegori berbahaya dan beracun perlu dilakukan penanganan khusus.

Tingkatan pengelolaan limbah dapat dilakukan berdasarkan konsep produksi bersih dan pengolahan limbah sampai dengan pembuangan (Weston dan Stuckey, 1994). Penekanan dilakukan pada pencegahan atau minimisasi timbulan limbah, dan pengolahan maupun penimbunan merupakan upaya terakhir yang dilakukan bila upaya dengan pendekatan produksi bersih tidak mungkin untuk diterapkan.

Pengaruh penerapan konsep produksi bersih pada proses produksi adalah meningkatkan efisiensi dan efektifitas penggunaan bahan baku, energi dan sumber daya lainnya serta mengganti atau mengurangi penggunaan bahan baku berbahaya dan beracun, sehingga mengurangi jumlah dan toksisitas seluruh emisi dan limbah sebelum keluar dari proses. Adapun pengaruh penerapan konsep produksi bersih pada produksi yang dihasilkan adalah bisa mengurangi dampak pada keseluruhan daur hidup produk mulai dari pengambilan akhir setelah produk tersebut tidak digunakan.

Strategi Produksi bersih mempunyai arti yang sangat luas karena didalamnya termasuk upaya pencegahan dan perusakan lingkungan melalui pilihan jenis proses yang akrab lingkungan, minimisasi limbah, analisis daur produk, dan teknologi bersih.

Pencegahan pencemaran dan perusakan lingkungan adalah strategi yang perlu diprioritaskan dalam upaya mewujudkan industri dan jasa yang berwawasan lingkungan, namun bukanlah merupakan satu-satunya strategi yang harus diterapkan. Strategi lain seperti daur ulang, pengolahan dan pembuangan limbah tetap diperlukan, sehingga dapat saling melengkapi satu dengan lainnya.

Inti pelaksanaan produksi bersih adalah mencegah, mengurangi atau menghilangkan terbentuknya limbah atau pencemaran pada sumbernya, diseluruh daur hidup produk yang dapat dicapai dengan menerapkan kebijaksanaan

pengecahan, penguasaan teknologi bersih atau teknologi akrab lingkungan serta perubahan mendasar dalam sikap atau perilaku manajemen.

Produksi Bersih menuntut perbaikan berkelanjutan tidak hanya dalam hal efisiensi dan substitusi bahan dengan menggunakan perangkat teknologi ataupun pelaksanaan praktek-praktek ideal, namun juga membutuhkan dukungan manajerial dan kebijakan. Upaya produksi bersih memerlukan adanya perubahan pola pikir, sikap dan tingkah laku serta penerapan know how dan juga teknologi. Penerapan produksi bersih dapat secara bertahap, dimulai dari kegiatan yang tidak memerlukan biaya sampai kegiatan yang memerlukan investasi tinggi (Badan Pengendalian Dampak Lingkungan, 2001).

Tekad pemerintah Indonesia untuk melaksanakan Produksi Bersih telah dicanangkan pada tahun 1995 sebagai Komitmen Nasional bagi kalangan industri dan pengusaha untuk mewujudkan pembangunan berkelanjutan. Sebagai tindak lanjutnya pada tahun 1996 kemudian telah disusun suatu Rencana Pelaksanaan Kegiatan Produksi Bersih yang mencakup arahan pelaksanaan produksi bersih pada seluruh sektor kegiatan. Pola ini dilakukan melalui kegiatan bantuan teknis, pengembangan sistem informasi, peningkatan kesadaran dan pelatihan serta pengembangan sistem insentif. Selanjutnya program-program Produksi Bersih dilaksanakan sejalan dengan program lain yang dapat mendorong penerapan produksi bersih seperti Label Lingkungan (*environmental labelling*) dan Sistem Manajemen Lingkungan (*environmental management system*) melalui kerjasama dengan instansi terkait misalnya Departemen Perindustrian dan Perdagangan (*Nonon Saribanon*).

Komitmen Nasional Produksi Bersih merupakan upaya penggalangan penerapan produksi bersih secara sukarela oleh berbagai kalangan, baik itu pemerintah, kalangan industri dan jasa, bahkan para peneliti dan konsultan yang terlibat. Komitmen Nasional ini antara lain adalah dengan melaksanakan :

1. Produksi Bersih dipertimbangkan pada tahap sedini mungkin dalam pengembangan proyek proyek baru, atau pada saat mengkaji proses dan/atau aktivitas yang sedang berlangsung.

2. Semua pihak turut bertanggung jawab dan terlibat dalam program rencana tindakan produksi bersih serta bekerjasama untuk mengharmonisasikan pendekatan-pendekatan produksi bersih.
3. Agar Produksi Bersih dapat dilaksanakan secara efektif, semua pendekatan melalui peraturan perundang-undangan, instrumen ekonomi maupun upaya sukarela harus dipertimbangkan.
4. Program Produksi Bersih menekankan pada upaya perbaikan yang berlanjut.
5. Produksi Bersih hendaknya melibatkan pertimbangan daur hidup suatu produk.
6. Produksi Bersih menjadi salah satu elemen inti dari sistem manajemen lingkungan, seperti pada ISO 14001.
7. Produksi Bersih dilaksanakan agar tercapai daya saing yang lebih besar di pasar domestik maupun internasional melalui peningkatan efisiensi dan perbaikan struktur biaya.

Secara umum untuk menerapkan Produksi Bersih, diperlukan pelembagaan Produksi Bersih sebagai prioritas pada semua aktivitas, dengan cara:

1. Memasukkan konsep produksi bersih kedalam perundang-undangan, peraturan dan kebijakan nasional.
2. Mengintegrasikan Produksi Bersih ke dalam kebijakan dan program departemen sektoral dan pemerintah daerah, diantaranya dengan meneliti peluang untuk memberikan insentif dalam rangka promosi untuk pelaksanaan produksi bersih.
3. Menetapkan Komite Nasional Produksi Bersih yang bertugas untuk mengembangkan, melaksanakan strategi dan merencanakan produksi bersih, kemudian komite ini akan memantau perkembangannya dan melaporkan kepada Presiden mengenai kinerja produksi bersih.
4. Mempercepat usaha penerapan produksi bersih secara nasional, berarti memfasilitasi diterimanya produksi bersih oleh semua pihak, dan ini akan diperkuat dengan diratifikasinya Protokol Kyoto.

5. Mengidentifikasi peluang dan mengembangkan kegiatan penelitian dan pengembangan di bidang produksi bersih dan mendorong pelaksanaan produksi bersih yang bersifat operasional untuk semua aktivitas.
6. Mengembangkan program pendidikan dan latihan produksi bersih untuk semua pihak.
7. Bantuan bagi perusahaan skala kecil dan menengah dalam upaya mengintegrasikan konsep produksi bersih, baik bantuan teknis maupun pendanaan.
8. Pengembangan penggunaan instrumen ekonomi untuk mendukung dilaksanakannya produksi bersih, mengingat produksi bersih perlu dirancang menarik agar dapat meningkatkan partisipasi semua pihak, seperti pemberian insentif.

Pengertian insentif dalam produksi bersih adalah suatu bentuk dukungan yang mampu mendorong upaya penerapan produksi bersih, sedangkan disinsentif adalah pencabutan dukungan ataupun ditiadakannya penghargaan baik dalam bentuk ekonomi atau penghargaan lainnya kepada suatu perusahaan, baik industri atau jasa karena tidak diterapkannya produksi bersih. Sistem intensif dan disinsentif dalam penerapan produksi bersih merupakan bagian yang tidak terpisahkan dalam upaya mempercepat penerapan produksi bersih secara nasional. Jenis-jenis insentif yang dikembangkan di Indonesia dalam mendukung penerapan produksi bersih adalah:

1. Insentif Ekonomi, melalui penggunaan instrumen ekonomi seperti:
  - Pemberian pinjaman lunak dan pembebasan bea untuk pembelian peralatan teknologi akrab lingkungan.
  - Penurunan pajak langsung dan tidak langsung
2. Insentif Penghargaan, yang merupakan faktor yang memacu peningkatan kinerja.
3. Insentif Informasi, yang dapat dilakukan dengan:
  - Memfasilitasi diterimanya strategi produksi bersih diseluruh kalangan.

- Mengidentifikasi peluang dan mengembangkan kegiatan penelitian dan pengembangan produksi bersih
- Mengembangkan program pendidikan dan latihan produksi bersih.
- Bantuan bagi perusahaan skala kecil dan menengah dalam upaya mengintegrasikan konsep produksi bersih.

Beberapa pengaruh terhadap pemberian insentif dalam penerapan produksi bersih dapat dilihat sebagai contoh berikut:

1. Pelaksanaan insentif melalui instrumen ekonomi umumnya tingkat keberhasilannya tinggi sebab langsung berkaitan dengan kegiatan ekonomi. Dalam dunia industri dan jasa tidak mengherankan bila pelaksanaan insentif melalui instrumen ekonomi apakah itu pembebasan bea masuk, pengurangan pajak tentunya akan mendorong penerapan produksi bersih.
2. Pengaruh insentif penghargaan terhadap industri dan jasa menandakan bahwa upaya ini diharapkan dapat mendorong industri dan jasa lainnya untuk menerapkan Produksi Bersih.
3. Penerapan Produksi Bersih pada perusahaan dapat merubah pandangan masyarakat (*public image*) terhadap perusahaan tersebut.
4. Pengaruh pemberian informasi tentang penerapan produksi bersih sangat terasa pada saat pemberian kursus atau pelatihan tentang produksi bersih. Untuk itulah insentif informasi dapat mendukung penyebarluasan konsep dan penerapan produksi bersih.

Keuntungan dari penerapan konsep produksi bersih dalam suatu pabrik antara lain adalah:

- a. Penggunaan sumber daya alam lebih efektif dan efisien
- b. Bisa mengurangi atau mencegah terbentuknya bahan pencemar
- c. Bisa mencegah berpindahnya pencemar dari satu media ke media lain
- d. Bisa menghindari timbulnya biaya pembersihan lingkungan
- e. Produk yang dihasilkan dapat bersaing di pasar internasional
- f. Mendorong dikembangkannya teknologi pengurangan limbah pada sumbernya dan produk akrab lingkungan.

Menurut Bapedal (2001:3) dalam Buku Panduan Model Penerapan Produksi Bersih, secara garis besar konsep produksi bersih melibatkan beberapa faktor, yaitu:

1. Teknologi, yang meliputi perancangan produk (*eco product design*) dan teknologi proses.
2. Sistem Manajemen, yang meliputi system pembelian ramah lingkungan (*green purchasing systems*) dan manajemen lingkungan.
3. Sumber daya manusia.
4. Kondisi operasi yang sedang berjalan.

Menurut Bapedal (2001:5), teknik produksi Bersih dapat dibagi menjadi 3 kelompok utama, yaitu kegiatan recycle, reduksi pada sumbernya dan modifikasi produk, yang rinciannya adalah sebagai berikut:

- 1) Recycle adalah upaya pemanfaatan limbah dengan atau tanpa melakukan serangkaian proses, baik fisika, kimia ataupun biologi. Daur ulang dapat dibagi dalam bentuk *reuse, recovery* dan pemanfaatan kembali limbah.
- 2) Reduksi pada sumbernya adalah mencegah terbentuknya limbah pada waktu pelaksanaan suatu kegiatan. Kegiatan program pengurangan limbah pada sumbernya, secara garis besar dapat dibagi dalam dua kelompok, yaitu:
  - a. *Good Housekeeping*, yaitu sejumlah langkah praktis yang dapat segera dilaksanakan oleh pelaku kegiatan dengan memperhatikan kebersihan, keapikan lingkungan kerja, kinerja proses produksi. *Good Housekeeping* dapat dilaksanakan dengan cara memperhatikan tata cara penyimpanan, penanganan dan pengangkutan bahan yang baik, pencegahan kebocoran dan ceceran dan sebagainya.
  - b. Modifikasi proses, pengurangan terbentuknya limbah pada sumbernya dapat dilakukan juga dengan memodifikasi proses yang meliputi:

- 1) Tata Cara Operasi Yang Baik.

Penetapan tata cara operasi yang baik adalah pengendalian suatu kegiatan yang bersifat prosedural, administratif, institusional dengan tujuan untuk mengurangi terbentuknya limbah. Kegiatan yang dapat

mendukung tata cara operasi yang baik antara lain perawatan berkala, penetapan prosedur dan instruksi kerja untuk tiap unit kegiatan.

2) Perubahan Teknologi.

Perubahan Teknologi dalam beberapa hal penerapan produksi bersih memerlukan penggantian teknologi yang dapat meningkatkan efisiensi sekaligus mengurangi terbentuknya limbah. Perubahan teknologi dapat dilakukan dengan cara perubahan proses produksi dan peralatan, tata letak atau system perpipaan, otomatisasi atau komputerisasi peralatan produksi.

3) Perubahan Masukan Proses

Keluaran atau *output* suatu proses produksi sangat ditentukan oleh masukan dan jenis bahan baku dan penolong yang digunakan. Oleh karena itu perlu dihindari penggunaan masukan proses mengandung bahan beracun dan berbahaya (B3). Penggunaan bahan baku dan penolong tersebut akan berpengaruh langsung terhadap produk, kuantitas, kualitas limbah yang dihasilkan.

4) Modifikasi Alat.

Upaya pengurangan volume limbah dapat dicapai dengan cara memodifikasi peralatan yang ada, berupa penambahan atau penggantian sebagian peralatan dan proses. Contoh modifikasi alat antara lain pemasangan system perpipaan yang memungkinkan dilakukannya daur ulang.

5) Modifikasi Produk

Modifikasi produk dapat dilakukan dengan cara mengubah komposisi produk atau bahan yang digunakan sehingga meminimalkan potensi paparan bahaya dari penggunaan produk tersebut.

Konsep daur ulang produk merupakan konsep yang mendaur ulang produk yang tidak memenuhi kualifikasi untuk diolah kembali menjadi produk sama atau produk lain. Konsep daur ulang produk ini dimaksudkan untuk meminimalkan hilangnya produk.

Konsep Produksi Bersih diperlukan sebagai cara untuk mengharmonisasikan upaya perlindungan lingkungan dengan kegiatan pembangunan dan pertumbuhan ekonomi.

Beberapa peluang penerapan konsep produksi bersih antara lain :

1. Memberi keuntungan ekonomi, sebab di dalam produksi bersih terdapat strategi pencegahan pencemaran pada sumbernya (*source reduction dan inprocess recycling*), yaitu pencegahan terbentuknya limbah secara dini. Dengan demikian dapat mengurangi biaya investasi yang harus dikeluarkan untuk pengolahan dan pembuangan limbah atau upaya perbaikan lingkungan.
2. Mencegah terjadinya pencemaran dan kerusakan lingkungan.
3. Memelihara dan memperkuat pertumbuhan ekonomi dalam jangka panjang melalui konservasi sumber daya, bahan baku dan energi.
4. Mendorong pengembangan teknologi baru yang efisien dan akrab lingkungan
5. Mendukung prinsip “*environmental equity*” dalam pembangunan berkelanjutan.
6. Mencegah atau memperlambat terjadinya proses degradasi lingkungan dan pemanfaatan sumber daya alam.
7. Memperkuat daya saing produk di pasar internasional.

Tantangan dalam penerapan konsep Produksi Bersih, antara lain:

- a. Tercapainya efisiensi produksi yang optimal
- b. Diperolehnya penghargaan masyarakat terhadap sistem produksi yang akrab lingkungan.
- c. Mendapatkan insentif.

Pengembangan pelaksanaan dan penerapan Produksi Bersih intinya adalah merubah pola pikir tradisional ‘*end-of-pipe treatment*’ dengan paradigma baru dalam pengelolaan pencemaran lingkungan, yaitu penerapan Produksi Bersih, yang dapat meningkatkan efisiensi produksi sehingga akan memberikan peningkatan keuntungan baik secara finansial, teknik maupun regulasi. Meskipun

demikian, hambatan ekonomi akan timbul bila kalangan usaha merasa tidak akan mendapat keuntungan dalam penerapan Produksi Bersih.

Sekecil apapun penerapan Produksi Bersih, bila tidak menguntungkan bagi perusahaan maka akan sulit bagi manajemen untuk membuat keputusan tentang penerapan produksi bersih.

Beberapa parameter yang dapat dipakai untuk mengukur keberhasilan penerapan Konsep Produksi Bersih antara lain adalah:

1. Efisiensi pemakaian bahan baku produksi
2. Efisiensi penggunaan energi
3. Mengurangi dan mengganti penggunaan bahan berbahaya dan beracun B3
4. Mengurangi jumlah penggunaan air untuk produksi
5. Mengurangi terbentuknya limbah
6. Menggunakan bahan yang mudah / dapat didaur ulang
7. Memaksimalkan penggunaan bahan dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui (*renewable resources*).
8. Meningkatkan daya pakai produk.
9. Meningkatkan pelayanan kepada kostumer.

## **2.6 Minimalisasi Limbah Laboratorium**

Laboratorium secara umum adalah tempat dimana proses percobaan atau analisis kimia dilakukan yang melibatkan sumber daya manusia, bahan kimia berbahaya (B3) dan polusi sebagai hasil samping dari reaksi kimia yang terbentuk. Laboratorium dapat dibagi menjadi beberapa jenis berdasarkan luasnya ruang lingkup atau jumlah pekerjaan yang dilakukan, maka dalam pembahasan ini adalah kategori yang akan dijadikan bahan acuan laboratorium dengan tipe kecil (*small laboratories*) dimana laboratorium merupakan bagian dari suatu organisasi.

Laboratorium menjadi sangat unik karena semua bahan kimia yang berada didalamnya berupa bahan kimia berbahaya (B3) walaupun dalam jumlah kecil namun mampu untuk menghasilkan limbah yang potensial terhadap ancaman

kerusakan lingkungan, oleh karena itu seorang pekerja laboratorium diharapkan memiliki kemampuan untuk melakukan pengelolaan yang benar terhadap operasional laboratorium agar tidak menjadi ancaman serius bagi diri sendiri. Limbah kimia adalah bahan kimia yang tidak dapat dipakai lagi atau yang sudah kadaluarsa berdasarkan tanggal produksi.

Limbah berbahaya adalah bahan kimia yang dapat membahayakan manusia (*Environmental Protection Agency, Chemicals waste*) dapat berupa padatan, cairan dan gas yang memiliki sifat dan karakteristik unik dimana dalam konsentrasi dan jumlah tertentu menjadi penyebab:

1. Secara signifikan berkontribusi menaikkan tingkat kematian, penyakit atau ketidakmampuan fisiologis manusia.
2. Potensi ancaman bagi kesehatan dan atau pencemaran lingkungan apabila tidak dikelola sesuai dengan ketentuan.

Identifikasi limbah bahan kimia laboratorium masuk dalam kategori berbahaya atau tidak apabila bahan kimia tersebut memiliki salah satu sifat seperti dibawah ini :

- a. Mudah terbakar (*ignitability*)
  - Cairan yang memiliki titik nyala  $< 60\text{ }^{\circ}\text{C}$
  - Bukan cairan yang dalam kondisi normal dapat terbakar sendiri
  - Gas yang mudah terbakar
  - Bahan kimia yang mudah teroksidasi (*oxidizer*)
- b. Korosif (*Corrosive*)
  - Larutan yang memiliki  $\text{pH} \leq 2$  atau  $\geq 12.5$
  - 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 (*reactivity*)
  - Dalam kondisi normal tidak stabil dan dapat berubah setiap saat tanpa ada pemicu.
  - Cepat bereaksi dengan air
  - Dapat meledak apabila bercampur dengan air

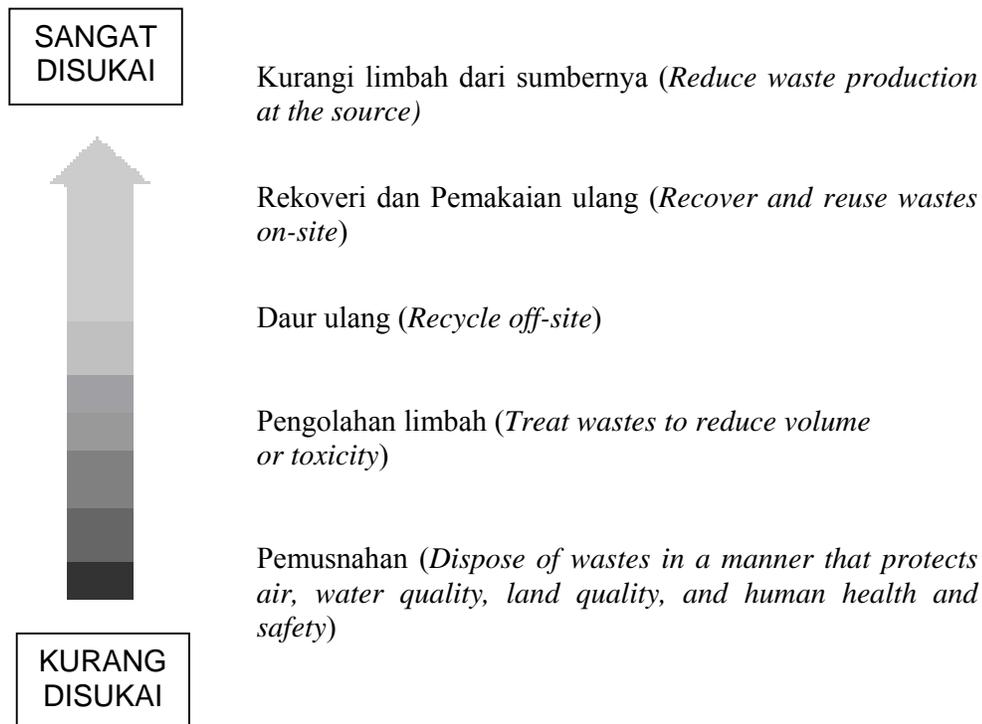
- Apabila bercampur dengan air menghasilkan gas beracun, uap yang dalam jumlah tertentu dapat menjadi ancaman kesehatan manusia dan lingkungan.
- Dapat membentuk sianida atau sulfida pada pH 2 – 12.5 dapat membentuk gas beracun, uap yang dalam jumlah tertentu dapat menjadi ancaman kesehatan manusia dan lingkungan.
- Dapat menjadi bahan peledak apabila direaksikan dengan bahan kimia tertentu.

d. Beracun (*toxicity*)

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

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

Tingkatan 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 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 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 Tingkatan 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 sebagai berikut (dikutip dari *Pollution Prevention and Waste Minimization Universitas Wisconsin-Madison Safety Department, 2002*)

a. Pengurangan polusi pada sumbernya (*Source Reduction*)

Melalui proses modifikasi, penyempurnaan teknologi operasi atau mengganti bahan kimia (substansi) yang berpotensi B3 dengan yang ramah lingkungan. Proses ekstraksi modern dengan memakai teknik *supercritical fluida* mampu untuk mengurangi jumlah pelarut organik yang dapat menyebabkan terjadinya polusi akibat limbah bahan kimia organik.

b. Mempergunakan skala sampel mikro.

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

c. 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. Dalam penelitian, 30 % dari jumlah bahan kimia yang dibeli tidak digunakan dan masuk kedalam kategori limbah.

d. Pemakaian kembali 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.

e. Pengendalian inventori bahan kimia

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

Upaya untuk mengurangi jumlah polusi ataupun pencegahan terjadinya limbah merupakan suatu rangkaian proses manajemen limbah laboratorium dimulai dari perencanaan pembelian bahan kimia sampai dengan identifikasi bahan kimia berbahaya hasil reaksi kimia (*Bishop, Paul, L 2000*) yang sangat mempengaruhi kondisi lingkungan dan kesehatan dan keselamatan kerja (K3) di laboratorium.

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 yang tidak bisa diolah, dapat menjadi ancaman gangguan kesehatan bagi pekerja dan kerusakan lingkungan.

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

- a. Identifikasi penamaan penampung limbah (*labelling of waste container*)  
Tempat penampung limbah mutlak harus diberi identifikasi “LIMBAH BERBAHAYA” untuk menghindari terjadinya salah pengelolaan. Pencantuman jenis dan karakteristik limbah sangat membantu pekerja didalam melakukan segregasi kemasan limbah berbahaya.
- b. Kemasan yang tepat (*proper container*)  
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.
- c. Penyimpanan berdasarkan karakteristik limbah berbahaya (*storage, compability & safety*) untuk mencegah kontaminasi dengan substansi lain. Tidak dibenarkan untuk menyimpan kemasan limbah berbahaya berada dekat dengan saluran pembuangan 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.

## **2.7 Penghasil limbah (*Waste Generator*)**

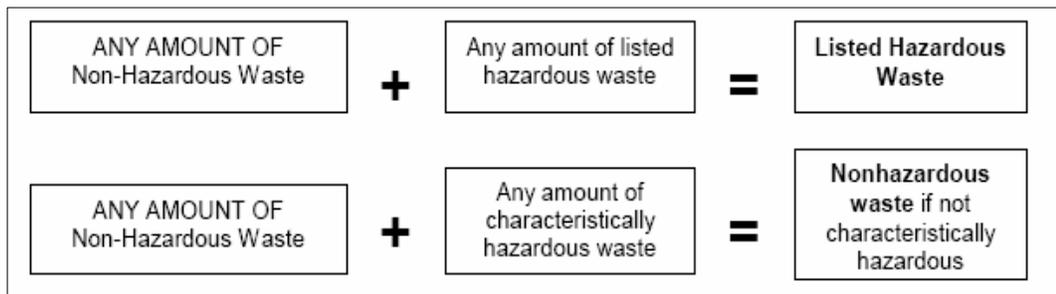
Bahan kimia berbahaya yang dipergunakan di laboratorium, pada saat pertama kali kemasan dibuka sesungguhnya sudah menghasilkan limbah yang dapat menjadi ancaman potensi penurunan kesehatan manusia ataupun degradasi lingkungan. Dalam gambar berikut dapat diterangkan bagaimana limbah tersebut terbentuk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

Pada gambar dibawah 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. Laboratorium yang memproduksi limbah jumlah sedang (*small quantity generator, SQG*).
- c. Laboratorium yang memproduksi limbah jumlah besar (*large quantity generator, LQG*).

Pada umumnya limbah laboratorium berupa cairan, oleh karena itu pengukuran dikonversikan menjadi satuan berat dengan mengalikannya dengan *density atau spesific gravity* (mendekati nilai 1 apabila cairan encer). Apabila perhitungan didasarkan pada jumlah hari dalam 1 (satu) bulan kalender, maka laporan yang diberikan juga wajib mencantumkan produksi limbah (*waste generator*) dalam bulan yang tersebut.



Gambar 2.3. Skema pembentukan limbah berbahaya (EPA-233-B-00-001)

## 2.8 Analisis Keuangan Sebagai Pendekatan Ekonomi

Di dalam melakukan evaluasi penerapan konsep produksi bersih di dalam suatu pabrik/laboratorium dan evaluasi mengenai adanya peluang untuk penerapan konsep produksi bersih, maka setelah pertimbangan aspek lingkungan

dan aspek teknis dinyatakan layak, maka selanjutnya dilakukan analisis aspek finansial.

Analisis aspek finansial ini antara lain meliputi:

1. Estimasi besarnya investasi yang diperlukan
2. Pendapatan atau revenue yang diperoleh setiap tahun
3. *Internal rate of return* (IRR), yaitu suatu besaran yang menyatakan tingkat keuntungan suatu usaha. Suatu usaha dinyatakan layak (*feasible*) jika harga IRR lebih besar daripada bunga bank.
4. *Net Present Value* (NPV), yaitu suatu besaran yang menyatakan jumlah cash flow suatu usaha yang ditarik ke nilai uang saat ini. Suatu usaha dikatakan layak apabila harga NPV lebih besar daripada nol (0).
5. *Pay Out Time* (POT), yaitu suatu besaran yang menyatakan waktu pengembalian sejumlah investasi yang ditanamkan. POT bisa dalam satuan bulan atau tahun.

## **2.9 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 :

### **2.9.1 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 mengenai kekuatan yang dimiliki ?

### **2.9.2 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 ?

### **2.9.3 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 ?

### **2.9.3 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 ?

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

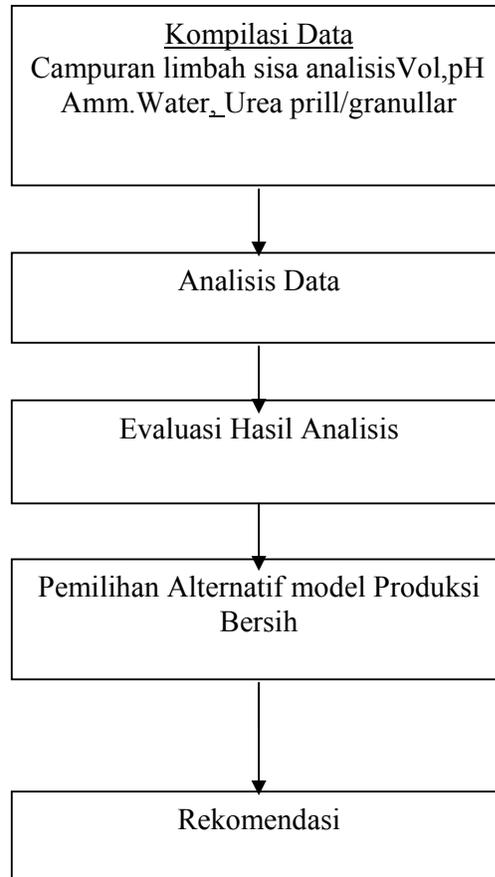
#### **3.1 Menyusun Rancangan Penelitian**

Melakukan penelitian dan pengamatan mulai dari pengambilan data yang akan digunakan untuk evaluasi pengelolaan bahan kimia sisa analisis di laboratorium dengan metode komparatif, dekritif eksploratif dan deskriptif Development dengan pendekatan secara kualitatif yaitu dengan cara melakukan pengambilan sample, segregasi, pendinginan, preparasi sampel sampai cara melakukan analisis sample, diperoleh limbah campuran laboratorium utilitas, dampaknya terhadap lingkungan, sedangkan secara kuantitatif mengamati jumlah buangan limbah bahan kimia sisa analisis laboratorium dan pH, sehingga diperoleh angka-angka yang dapat digunakan sebagai data, diolah dan pendekatan secara ekperimental lapangan terhadap bahan kimia sisa analisis campuran ammonia water pada konsentrasi % CO<sub>2</sub>, % NH<sub>3</sub> dan % Urea sebagai data evaluasi pelaksanaan pengelolaan dan diperoleh data-data sebagai hasil pelaksanaan termasuk dampak dan manfaat yang diperoleh dari pH campuran limbah pengganti bahan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan buangan hasil pencucian mix bed di kolam netralisasi (Neutralization Sump).

Kerangka analisis dilakukan agar langka-langkah penelitian dapat dilakukan secara tepat dan runtut, dimulai dengan melakukan kajian teoritis tentang penerapan Teknologi Produksi Bersih di Laboratorium Proses, untuk selanjutnya dibuat model pengelolaan terhadap bahan kimia sisa analisis, selanjutnya evaluasi terhadap benefit yang diperoleh dan rekomendasi.

Pendekatan yang dilakukan dalam menyusun langkah-langkah penelitian dapat disampaikan dalam bentuk blok diagram sebagai berikut ;

BLOK DIAGRAM  
PENDEKATAN PENELITIAN



Gambar 3.1 Blok Diagram Pendekatan Penelitian

### **3.1.1 Kompilasi Data**

Melakukan pengumpulan data yang terdiri atas :

- Pengumpulan data jumlah limbah bahan kimia sisa analisis metode spektrofotometri dari unit utilitas.
- Pengumpulan data hasil analisis derajat keasaman (pH) limbah bahan kimia sisa analisis.
- Pengumpulan data analisis derajat keasaman (pH) buangan hasil pencucian mix bed.
- Pengumpulan data sampel sisa analisis Ammonia Water.
- Analisis campuran sampel Ammonia Water dengan konsentrasi  $\text{CO}_2$  1-3 %,  $\text{NH}_3$  1-3 % dan Urea 2-5 %.

### **3.1.2 Analisis Data**

Setelah mengumpulkan data maka dilakukan analisa data secara kuantitatif sehingga diperoleh hasil untuk dilakukan :

- Perbandingan Konsentrasi hasil analisis campuran dengan design pabrik %  $\text{CO}_2$ , %  $\text{NH}_3$  dan % Urea.
- Jumlah kebutuhan bahan penetral  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dengan pengganti bahan sisa analisis dari unit laboratorium utilitas.
- Perbandingan Jumlah limbah sebelum penelitian dan sesudah penelitian dengan metode pendekatan konsep produksi bersih.
- Membuat alternatif model pengelolaan limbah bahan kimia sisa analisa serta menentukan Standar Prosedur untuk digunakan secara kontinju dan konsisten.

### **3.1.3 Evaluasi Hasil Analisis**

Evaluasi hasil analisis yang dilakukan antara lain :

- Melakukan uji kelayakan dengan mengacu pada aspek teknis, ekonomis, dan ekologis.

- Diambil kesimpulan terhadap hasil uji kelayakan.
- Membuat kesimpulan dari evaluasi penerapan konsep teknologi produksi bersih.
- Inventarisasi masalah secara corporate perusahaan yang belum dapat diselesaikan melalui model pengelolaan limbah sesuai konsep produksi bersih.
- Membuat rancangan Standard Operating Procedure (S.O.P).

#### **3.1.4 Pemilihan Alternatif Model**

- Melakukan kajian pemilihan model pengelolaan.
- Melakukan kajian alternatif berdasarkan pertimbangan kontribusi terhadap perusahaan.

#### **3.1.5 Rekomendasi**

- Memberikan rekomendasi dan usulan dari hasil evaluasi penerapan konsep produksi bersih di Laboratorium.
- Memberikan rekomendasi dan usulan dari hasil kajian pemilihan model penerapan konsep teknologi produksi bersih untuk laboratorium.
- Mengajukan rancangan Standard Operating Procedure (S.O.P)

### **3.2. Ruang Lingkup Penelitian**

Ruang lingkup penelitian ini mengacu pada tujuan penelitian sebagai berikut :

- Jumlah limbah bahan kimia sisa analisis di laboratorium tahun 2005-2006.
- Penurunan pembuangan limbah bahan kimia sisa analisis ke lingkungan dan dampaknya dengan diterapkannya teknologi produksi bersih.

### **3.3 Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian dilakukan di Laboratorium Proses PT. Pupuk Kalimantan Timur Tbk Bontang yaitu, Laboratorium Kaltim-1/Kaltim-2, Kaltim-3/POPKA, dan Kaltim-4 dengan alasan:

- Laboratorium proses tersebut memberikan kontribusi yang signifikan untuk meminimalisasi limbah dan daur ulang limbah.
- Sumber dan proses pembuangan limbah sama.
- Pendataan dapat dengan mudah sehubungan dengan program kerja sama MIL Bontang dan PT. Pupuk Kalimantan Timur Tbk.

### **3.4 Jenis dan Sumber data**

Jenis dan sumber data dalam penelitian ini adalah :

- Sumber data dari laboratorium proses pabrik Kaltim-1/Kaltim-2.
- Sumber data dari laboratorium proses pabrik Kaltim-3/POPKA.
- Sumber data dari laboratorium proses pabrik Kaltim-4.

### **3.5 Teknik Pengumpulan Data**

Cara pengumpulan data dilakukan dengan mendapatkan data primer dan sekunder, yang meliputi :

- Teknik Observasi, dimana pengamatan dan penelitian suatu dilakukan langsung di lapangan untuk mendapatkan data primer atau sekunder yang dilakukan dalam kurun waktu tertentu dari data hasil analisa harian laboratorium proses.
- Studi pustaka, yaitu sumber data yang diperoleh melalui studi kepustakaan dengan mempelajari literature dan tulisan ilmiah yang terkait dengan obyek penelitian dan permasalahan, termasuk literature tentang produksi bersih (*cleaner production*).

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Rona Lingkungan**

##### **4.1.1 Fisiografi**

Sebagian besar daerah Bontang adalah daerah perbukitan yang tidak terlalu tinggi. Lokasi pabrik terletak di tepi pantai, lokasi ini merupakan daerah dataran. Daerah dataran terutama terletak di sepanjang pantai berjarak antara 1 km hingga 2 km dari tepi laut.

Penutup sekitar lokasi pabrik pada mulanya (sebelum pembangunan) berupa hutan, dan saat ini di sekitar pabrik ditanami rumput, perdu, dan pada beberapa lokasi ditanami pohon sebagai peneduh, serta sebagian lokasi yang lain ditumbuhi dengan pohon bakau.

##### **4.1.2 Lingkungan Industri**

Kompleks Industri PT. Pupuk Kalimantan Timur Tbk terdiri dari empat pabrik amoniak dan lima pabrik urea. Total kapasitas pabrik amoniak adalah 1,850.000 ton per tahun, sedangkan pabrik urea kapasitas 3.000.000 ton per tahun. Bahan baku pabrik urea adalah karbon dioksida dan amoniak. Kelebihan produk amoniak yang tidak digunakan sebagai bahan baku pembuatan urea umumnya diekspor melalui kapal tanker, yang sebelumnya disimpan dalam tangki penyimpanan amoniak (*ammonia storage*).

Laboratorium Proses di PT. Pupuk Kalimantan Timur Tbk terdiri laboratorium Kaltim-1/Kaltim-2, Kaltim-3/POPKA, Kaltim-4, serta satu unit Laboratorium Unit Usaha.

Komplek Industri PT. Pupuk Kalimantan Timur Tbk, berlokasi di Bontang dimana didalam kompleks juga terdapat sejumlah industri yang lain dalam satu kawasan antara lain, Pabrik Melamine, Pabrik Methanol, serta Pabrik Amoniak lainnya yaitu PT KPA dan PT KPI yang masing-masing memiliki unit laboratorium pemantau proses pabrik.

### 4.1.3 Kualitas Air Penerima Limbah

Kualitas air penerima limbah pada daerah open ditch dan kolam penampungan limbah bahan buangan sisa analisis dari laboratorium proses berdasarkan hasil pengukuran bagian laboratorium PT. Pupuk Kalimantan Timur Tbk yang dilaksanakan pada tahun 2005, dibandingkan dengan Baku Mutu Lingkungan sesuai SK Gubernur Kaltim Nomor 339 Tahun 1988 sebagai berikut

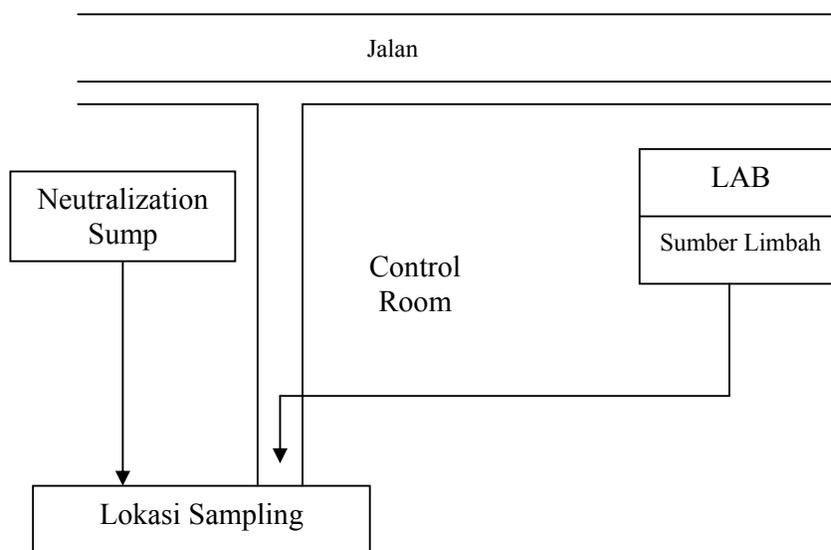
Tabel 4.1. Hasil analisis Open ditch

No	Parameter Analisis	Hasil Analisis (ppm)		Baku Mutu Lingkungan
1	pH	8,10	8,04	6-9
2	BOD	2,80	2,69	<20
3	COD	37,23	39,03	<40
4	NH3	0,39	0,49	<1,0
5	Cr	nil	nil	<1,0
6	Cu	nil	nil	nil
7	Nikel	nil	nil	<0,1
8	Minyak & Lemak	nil	nil	nil

Sumber : Hasil Penelitian Tahun 2005.

Berdasarkan data tersebut diatas dapat disimpulkan bahwa derajat keasaman (pH) air penerima limbah dan kolam penampungan berada dalam baku mutu lingkungan dengan konsentrasi NH<sub>3</sub> < 1.00 ppm serta tidak terdapat indikasi korosif terhadap instalasi yang terbuat dari bahan logam disekitar aliran sampai di kolam penampungan.

Apabila pembuangan bahan kimia sisa analisis dari laboratorium tidak dikelola maka dengan sifat derajat keasaman yang tinggi ( $\text{pH} < 1.0$ ) dan karakteristiknya selain akan merusak instalasi bahan logam terdekat, juga akan merusak keadaan tanah serta menghambat proses pembusukan. Demikian halnya dengan lokasi tersebut menguatkan usulan untuk memasang saluran langsung dari laboratorium ke unit Neutralization Sump sekaligus meminimalisasi tumpahan limbah pada saat pengangkutan.



Gambar 4.1 Lokasi *Open Ditch*

## 4.2 Kondisi Laboratorium Proses dan Limbah Laboratorium

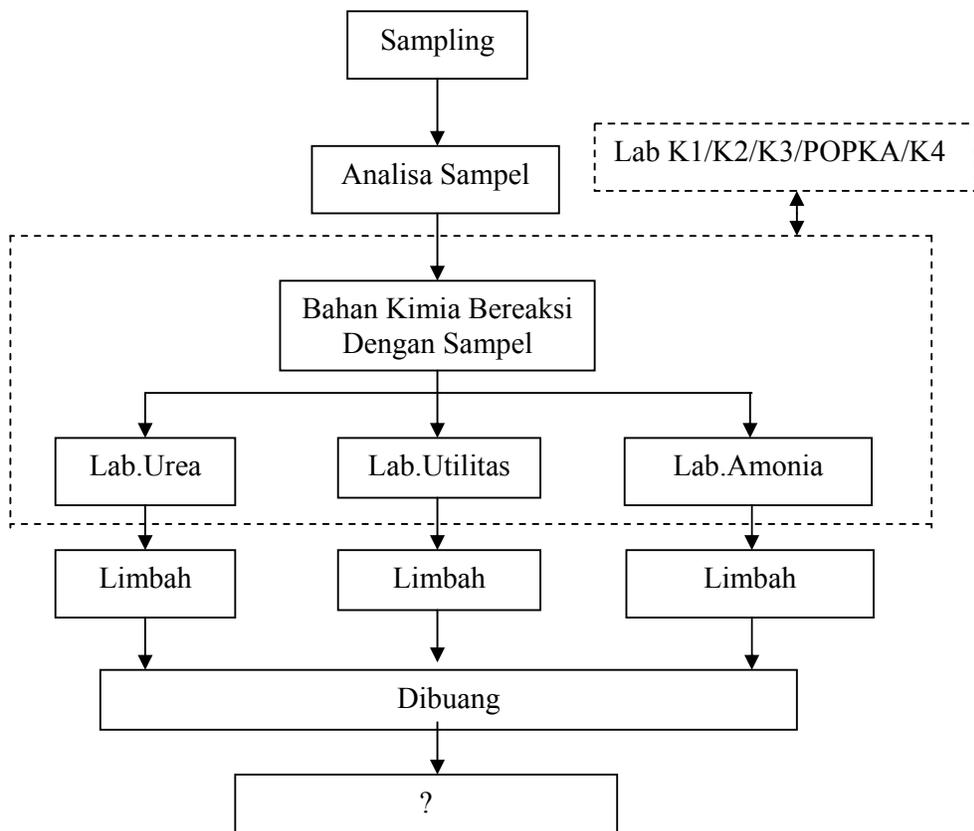
### 4.2.1 Laboratorium Proses Kaltim-1/Kaltim-2

Laboratorium Proses pabrik Kaltim-1/Kaltim-2 berada dalam satu ruangan analisis dan memiliki masing-masing unit laboratorium analisis Utilitas, Amoniak, dan Urea, serta melakukan pengambilan sample untuk dilakukan analisa secara rutin dengan pembagian pada laboratorium sebanyak empat shift.

Sementara itu analisis dilakukan sebanyak tiga shift (pagi, sore dan malam) pada masing masing laboratorium. Setiap laboratorium dilengkapi dengan

sarana penunjang yang baik dan memadai yaitu peralatan analisa yang memiliki akurasi yang tinggi terutama instrument analisis antara lain Gas Kromatografi, Spektorofotometer, pH Meter, Conductivity Meter, dan alat-alat ukur terbuat dari gelas/plastik dengan standarisasi dan kalibrasi secara periodik dengan mampu telusur yang sesuai guna menjamin kualitas produk berdasarkan standar laboratorium uji serta sarana pendukung lainnya.

Sejak pengambilan sampel sampai analisis selesai dilakukan maka setiap unit laboratorium akan menghasilkan limbah bahan kimia yang langsung dibuang seperti pada gambar berikut ini :



Gambar 4.2 Diagram alir pembuangan limbah

Berdasarkan fungsi pada masing-masing unit laboratorium analisa sebagai berikut :

### 1. **Laboratorium Analisis Utilitas**

Pengambilan sample berbentuk cair dilakukan dari unit *Sea Water Intake, Proses Desalinasi, Raw Condensate Water, Demin Water, Boiler Water Boiler Feed Water, Cooling Water, Air buangan (Out Fall)* serta *Chlorinasi Plant*.

Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan alat botol sampling terbuat dari plastik volume 250 cc , dengan kareteristik sebagian besar air proses pabrik dengan temperature rata-rata diatas 40 derajat Celcius.

Kemudian sample didinginkan sampai temperature kamar tercapai dan dipipet sejumlah volume masing-masing sample rata-rata 25 ml dengan tahapan pipet pertama sebagai pembilasan bagi alat ukur pipet dan kemudian pipet selanjutnya sebagai sampel untuk analisis.

Tahap berikutnya adalah penambahan bahan kimia pereaksi yang sesuai dengan karakteristik pada sample sebagai berikut :

- a. *Boiler Water* dan *Boiler Feed Water* yaitu kandungan  $PO_4$  dalam sample direaksikan dengan Ammonium Molibdate Vanadate terbentuk senyawa Ammonium Phospat Molybdate yang berwarna kuning.
- b. Sampel berupa kandungan  $N_2H_4$  dalam suasana asam bereaksi dengan senyawa PDAB membentuk senyawa kompleks yang berwarna kuning.
- c. Sampel yang mengandung konsentrasi  $SiO_2$  direaksikan dengan HCl Amonium Vanadate Molibdate,Asam Oksalat dan ANSA membentuk Senyawa kompleks berwarna kuning/biru.
- d. Sampel yang mengandung konsentrasi ion klorida dengan larutan HgCNS membentuk senyawa complex berwarna kuning.

Campuran hasil reaksi yang sangat kompleks tersebut masing-masing dianalisis dengan menggunakan instrument spektrofotometer pada panjang gelombang yang karateristik kemudian dibuang. Setelah itu diperoleh hasil analisis sebagai data evaluasi proses pabrik dalam satuan *part permillion* (ppm), serta beberapa konsentrasi dalam satuan persen.

Pada tahap analisis terdapat metode analisa dengan spektrofotometer diperoleh hasil reaksi kimia berbentuk senyawa kompleks berwarna dan metode titrasi, dengan derajat keasaman yang tinggi ( $\text{pH} < 1.0$ ).

Tahap berikutnya melakukan identifikasi limbah yang dihasilkan dengan cara :

1. Limbah sampel dari hasil pembilasan alat ukur pipet dan langsung dibuang kedalam bak pencucian.
2. Limbah sisa analisa campuran senyawa pada metode spektrofotometri.
3. Limbah sisa sampel yang tidak digunakan lagi untuk analisa dan dibuang langsung kedalam bak pencucian.
4. Limbah sampel yang digunakan sebagai pembilasan botol sample pada saat pengambilan sample di pabrik yang langsung dibuang alam.
5. Limbah sisa sampel yang dihasilkan pada saat pembilasan elektroda alat ukur pH Meter dan Konduktivitas Meter.

Berdasarkan pengamatan di Laboratorium ternyata limbah bahan kimia sisa analisis dari laboratorium dihasilkan dari pengambilan sampel dari lokasi pabrik dan sisa sampel yang tidak digunakan lagi untuk analisis serta limbah bahan kimia sisa campuran senyawa dengan karakteristik warna kuning kecoklatan dan sedikit terdapat endapan halus dan berbau menyengat dan dibuang secara langsung melalui bak pencucian secara terus menerus mengalir ke tempat pengelolaan limbah.

Selanjutnya tahap identifikasi dampak limbah bahan kimia sisa analisis laboratorium berdasarkan pengamatan. Berdasarkan pengamatan pada kondisi riil laboratorium PT Pupuk Kalimantan Timur Tbk bahwa limbah yang dihasilkan dari sisa sample dan analisis laboratorium berbentuk senyawa kimia sangat kompleks serta campuran reaksi sample dan bahan kimia pereaksi dengan karakteristik derajat keasaman ( $\text{pH}$ ) yang sangat tinggi dengan volume banyak yang dihasilkan pada periode tertentu akan sangat berbahaya bagi kondisi lingkungan sekitarnya.

Sekalipun identifikasi hanya dilakukan dan ditetapkan dari tingkat pada derajat keasaman ( $\text{pH}$ ) saja maka dampak yang ditimbulkan adalah rusaknya

jaringan instalasi yang ada didalam tanah terutama dari bahan yang terbuat dari besi atau bahan lain akibat korosif, serta rusaknya dinding septik tank yang ada disekitar areal, dan bahkan sampai tempat penampungan akhir yang terbuat dari bahan kapur/semen.

Selain itu apabila limbah sisa analisis dari laboratorium masuk kedalam penampungan atau pengolahan limbah lain bahkan sampai masuk di tempat pembuangan akan sangat terganggu karena derajat keasaman sangat sensitif sebagai karakteristik utama limbah campuran dari unit laboratorium utilitas.

Selain itu juga derajat keasaman ini akan mengganggu terhadap badan tanah dimana tidak dapat dimanfaatkan langsung untuk tanaman melainkan akan membutuhkan biaya bagi pembelian bahan penetral kapur ( $\text{CaSO}_4$ ) yang berfungsi menaikkan derajat keasaman tanah, namun tetap merupakan potensi pencemaran dan membawa pada kerusakan lingkungan. Secara spesifik dan sederhana bahwa timbulan limbah bahan kimia sisa analisa dari laboratorium dengan karakteristik sifat asam nampaknya sederhana akan tetapi jika dicermati bahwa dengan volume yang banyak dan berlangsung secara rutin dan terus menerus maka tetap harus mendapat penanganan yang serius dan harus pula dikelola secara bijaksana dengan tujuan meminimalkan pencemaran dan kerusakan lingkungan.

## **2. Laboratorium Analisis Gas**

Pengambilan sampel berbentuk gas dari proses pabrik amoniak dari unit *Primary Reformer, Secondary Reformer, HTS, LTS, Absorber, Methanator, Inlet Amonia Converter dan outlet NH<sub>3</sub> Converter, Flash Gas, Sisa gas, Hydrogen Recovery Unit (HRU)* serta produk *ASP, ASU*, produk gas Karbon Diodida. Pada proses pengambilan sampel dengan menggunakan *sampling bomb Stainless Steel* dengan kapasitas tekanan sampai 300 Bar dengan tujuan agar sample tidak terkontaminasi dengan udara serta keamanan bagi pelaku, sementara khusus untuk gas dengan tekanan rendah termasuk sampel dari *Amonia Converter* digunakan *sampling bomb* kaca sebab analisis konsentrasi amoniak harus diserap dengan larutan Asam Sulfat dengan tujuan bagi analisis dengan menggunakan Gas Kromatografi. Pada unit laboratorium tidak terdapat limbah yang dihasilkan

sebab sampel dapat dimanfaatkan secara optimal, sementara asam sulfat yang digunakan sebagai penyerap amoniak dalam sampel gas dari unit *Amonia Converter* selalu digunakan dalam waktu yang relative lama dan volume serta aman jika dibuang/netral.

Pada penyerapan CO<sub>2</sub> dalam gas proses dgn menggunakan KOH 40 % juga aman karena bahan kimia tersebut digunakan dalam waktu yang lama dan. Limbahnya langsung digunakan serta dinetralkan dengan limbah Asam sulfat dari bahan kimia sisa penyerapan ammonia dalam sampel yang mengandung konsentrasi amoniak dalam sampel gas yaitu *converter, sisa gas* dan *flash gas*.

### **3. Laboratorium Analisis Urea**

Pengambilan sampel di masing-masing pabrik berbentuk cair dapat disebut larutan *Urea Solution* pada unit-unit Reaktor, *HP Stripper*, *Carbamat from Accumulator*, *Outlet Absorber*, *Urea Solution from LP Decomposer*, *Reflux LPCC* dan peralatan sampling yang dipersyaratkan dalam pengambilan sampel dengan memperhatikan penggunaan alat-alat keselamatan serta metode pengambilan sampel yang benar dengan *bladder* terbuat dari karet tahan panas dan tidak mudah terkontaminasi dan urea berwujud padat urea prill atau granular dengan botol sampling tertentu dan tertutup rapat. Tahap berikut adalah semua sampel berwujud cair atau sample *Urea Solution/Ammonia Water* sebanyak 250-300 gram dimasukkan dalam labu ukur dan diencerkan dengan air demin dikocok sampai homogen, kemudian pipet sejumlah sampel untuk dianalisis demikian halnya dengan urea wujud padat/prill dan urea granular.

#### **4.2.2 Laboratorium Proses Kaltim-3/POPKA dan Kaltim-4**

Sama seperti Laboratorim Kaltim-1/Kaltim-2 maka demikian pula dengan Laboratorium Kaltim-3/POPKA berada dalam satu ruangan analisis yang sama akan tetapi laboratorium POPKA hanya melakukan pengambilan sampel bagi kebutuhan pabrik urea berbentuk padat urea granular.

Sementara itu Laboratorium Proses pabrik Kaltim-4 berlokasi secara sendiri dan berada dalam lingkungan gedung pengendali proses pabrik Kaltim-4 dan melakukan pengambilan sample pada unit-unit *Reaktor urea*, *HP Stripper*, *Carbamate Sol. Accumulator*, *Outlet Absorber*, *Urea Solution LP Decomposer*, *V-205*, *Ammonia Water Tank*, serta *Urea* produk wujud padat dan urea granular. Dengan menggunakan sampling *bladder* khusus dari karet sampel diambil sebanyak 250-300 gram dari lokasi unit masing-masing kemudian dilakukan pengenceran dengan air demineralizer menjadi larutan *ammonia water* dan kemudian dilakukan analisis dengan metode titrasi asam basa. Hasil titrasi tersebut menjadi limbah yang selalu dibuang langsung, sementara sisa sampel hasil pengenceran sebelumnya juga selalu dibuang langsung sebagai limbah unit laboratorium urea untuk mendapatkan bercampur dengan limbah buangan unit laboratorium proses utilitas. Padahal berdasarkan pengamatan larutan tersebut memiliki potensi menjadi nilai tambah apabila dikelola dan amat terlebih mengurangi pencemaran terhadap lingkungan.

Berdasarkan hasil analisis diperoleh data konsentrasi tertentu yaitu %  $\text{NH}_3$ , %  $\text{CO}_2$ , % Urea dan dapat dimanfaatkan kembali atau dengan istilah daur ulang limbah *recycle* dan *reuse*. Demikian halnya dengan bahan sisa sample urea prill dan urea granular langsung dibuang dengan mengalirkan *portable water* secukupnya tanpa pengelolaan. Potensi dan nilai tambah apabila bahan buangan sampel urea prill dan granular dari sisa sampel untuk dikumpulkan dalam wadah tertutup dan secara periodik dikembalikan di gudang penampungan urea hal ini artinya selain mengurangi buangan dan dampak negatif bagi lingkungan tapi dapat diharapkan nilai tambah secara ekonomis.

### **Identifikasi Limbah yang dihasilkan**

Berdasarkan hasil pengamatan limbah yang dihasilkan dari unit laboratorium sebagai berikut :

1. Limbah hasil pembilasan alat ukur pipet yang dibuang langsung.
2. Limbah hasil titrasi dan penetralan yang berwarna biru.

3. Limbah sisa sample yang tidak digunakan lagi berupa *Ammonia Water* dengan konsentrasi %  $\text{NH}_3$ , %  $\text{CO}_2$ , % Urea.

Berdasarkan pengamatan sifat kimia sederhana dari proses analisis laboratorium tersebut maka limbah yang dihasilkan dari hasil titrasi larutan urea menjadi limbah yang selalu dibuang akan tetap memberikan dampak dan gangguan terutama bahan kimia yang dikandung dari hasil penambahan pereaksi pada penetapan urea formaldehyde. Limbah hasil yang mengandung 0.20-0.48 % ,dilakukan 3 kali sehari, dengan volume buangan limbah 600 ml ditampung dalam wadah tertutup dan secara periodik dikelola oleh Biro K3LH. Dalam larutan formaldehyde bersifat asam sehingga jika dibuang ke perairan akan bersifat racun.

Sementara itu larutan sisa pengenceran *Amonia Water* jika langsung dibuang dengan karakteristik basa akan memberikan dampak terganggunya alam tempat penampungan yang memiliki keterbatasan akibat masuknya bahan lain yaitu rusaknya jaringan yang terbuat dari material besi, badan tanah penerima limbah buangan tersebut. Selain menggunakan pengukuran langsung terhadap pH limbah campuran dilakukan juga sesuai dengan jadwal *shift* yang berlaku sebagai data primer dengan penggunaan metode pengukuran kertas lakmus dan peralatan laboratorium yang memiliki tingkat ketelitian yang tinggi.

Berdasarkan tabel 4.2 dapat dilakukan evaluasi bahwa derajat keasaman yang tinggi dengan karakter warna kuning pekat dari senyawa kompleks yang terbentuk pada proses reaksi kimia tiap komponen yang terkandung dalam sampel dan bahan kimia pereaksi dan dibuang langsung yang dapat mengakibatkan korosif bagi instalasi bahan logam dan gangguan bagi alam lingkungan.

Tabel 4.2. Derajat Keasaman (pH) Limbah Laboratorium Proses.

Tanggal	Jan'2005		Jan'2006	
	Dengan Lakmus	Dengan pH meter	Dengan Lakmus	Dengan pH meter
01	< 1.0	1.12	< 1.0	1.35
02	< 1.0	1.08	< 1.0	1.23
03	< 1.0	1.18	< 1.0	1.36
04	< 1.0	1.22	< 1.0	1.49
05	< 1.0	1.20	< 1.0	1.38
06	< 1.0	1.09	< 1.0	1.25
07	< 1.0	1.09	< 1.0	1.36
08	< 1.0	1.10	< 1.0	1.22
09	< 1.0	1.08	< 1.0	1.36
10	< 1.0	1.08	< 1.0	1.26
11	< 1.0	1.11	< 1.0	1.36
12	< 1.0	1.29	< 1.0	1.44
13	< 1.0	1.23	< 1.0	1.49
14	< 1.0	1.35	< 1.0	1.50
15	< 1.0	1.30	< 1.0	1.66
16	< 1.0	1.08	< 1.0	1.27
17	< 1.0	1.08	< 1.0	1.09
18	< 1.0	1.09	< 1.0	1.20
19	< 1.0	1.09	< 1.0	1.07
20	< 1.0	1.18	< 1.0	1.07
21	< 1.0	1.10	< 1.0	1.30
22	< 1.0	1.15	< 1.0	1.25
23	< 1.0	1.19	< 1.0	1.24
24	< 1.0	1.34	< 1.0	1.25
25	< 1.0	1.34	< 1.0	1.37
26	< 1.0	1.21	< 1.0	1.19
27	< 1.0	1.18	< 1.0	1.20
28	< 1.0	1.08	< 1.0	1.21
29	< 1.0	1.09	< 1.0	1.30
30	< 1.0	1.42	< 1.0	1.29
31	< 1.0	1.30	< 1.0	1.36

Sumber : Hasil Penelitian, Tahun 2005.

Berdasarkan data hasil penelitian sesuai tabel 4.3, bahwa jumlah volume bahan kimia sisa sampel ammonia water jika dicampurkan dengan volume seluruh laboratorium proses Kaltim1/Kaltim-2, Kaltim-3/POPKA, dan Kaltim-4 diperoleh hasil sebagai berikut :

1. Total Volume bahan sisa sample ammonia water = 11616 Liter/Bulan
2. Konsentrasi % NH<sub>3</sub>, % CO<sub>2</sub>, % Urea berada dalam batasan/*range* untuk dapat *direcycle/reuse* limbah.

Tabel 4.3 Data Analisa Sisa Sampel *Ammonia Water*.

Bulan	Parameter			Volume Limbah (liter)
	%NH <sub>3</sub>	%CO <sub>2</sub>	%Urea	
Jan'05	2.29	2.27	5.25	968
Peb'05	2.30	2,26	4,65	968
Mar'05	3.00	2.39	5.26	968
Apr'05	3.15	2,32	5,45	968
Mei'05	3.30	2,27	5,55	968
Jun'05	4.30	3.18	5.09	968
Jul'05	4.35	3.23	5.87	968
Ags'05	3.38	3,11	4,64	968
Sep'05	3,08	3,15	4,89	968
Okt'05	3.69	2,57	5,21	968
Nop'05	3,30	4,34	4,89	968
Des'05	3.72	3.70	4,98	968

Jumlah= 11616 liter.

Sumber: Data Hasil Penelitian Tahun 2005.

Batasan konsentrasi *Ammonia Water Tank* (S-319) pabrik Urea K-2  
 % NH<sub>3</sub> : 1.00-3.00, % CO<sub>2</sub> : 1.00-300 dan % Urea : 2.00-5.00.

Pada saat melakukan percobaan dan penelitian ini campuran sampel bahan kimia sisa *ammonia water* dilakukan hanya dengan mencampurkan sisa sampel dari pabrik Kaltim-1 dan pabrik Kaltim-2 dengan pemahaman bahwa komposisi kandungan  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$ , dan Urea cukup stabil karena dapat ditempatkan dalam wadah drum plastik bertutup dan ditempatkan diluar gedung laboratorium serta disiapkan alat pendukung lainnya antara lain corong, drum plastik ukuran 20 Liter serta memonitor apabila telah terisi penuh, dan selanjutnya koordinasikan dengan pihak Dept. Operasi untuk dimasukkan melalui *line Ammonia Water Tank (308-F)* Pabrik Urea Kaltim-2

### **4.3 Pengelolaan Limbah Laboratorium Proses**

Limbah Laboratorium Proses PT Pupuk Kalimantan Timur Tbk dihasilkan dari proses pelaksanaan pekerjaan secara rutin sesuai dengan fungsi sebagai salah satu unit penunjang operasional dan juga sebagai proses *quality control* bagi bahan baku utama dan penunjang dan memiliki karakteristik sebagai bahan buangan limbah yang selalu bertambah jumlahnya sejalan dengan proses pabrik Kaltim-1, Kaltim-2, POPKA, dan Kaltim 4 beroperasi.

Berdasarkan pada kenyataan yang ada bahwa pengelolaan bahan buangan limbah sisa analisa dari laboratorium proses perlu senantiasa dilakukan evaluasi secara konsisten dan berkelanjutan karena proses seperti titrasi, sintesa, destilasi dan ekstraksi akan selalu dan tetap menghasilkan bahan kimia sisa pakai yang tidak langsung dan langsung perlu dibuang, demikian pula kadang kala terdapat bahan kimia yang tumpah atau tidak terpakai yang harus dibuang secara khusus atau bersama-sama dengan buangan limbah lain.

Secara fisis dan kimia limbah bahan kimia sisa analisa dari laboratorium proses PT Pupuk Kalimantan Timur Tbk terdiri dari ;

1. Limbah berwujud cair yang berasal dari proses analisis unit laboratorium analisis utilitas dengan karakteristik warna kuning dan memiliki derajat keasaman yang tinggi, dan campuran yang berasal dari hasil analisis dengan metode spektrophometer dan sisa sample masing masing unit proses pabrik.

2. Limbah berwujud cair yang berasal dari proses analisis unit laboratorium urea yakni limbah hasil titrasi dengan karakteristik bersifat basa dan berwarna hijau.

Jika evaluasi dilakukan dengan pemahaman sederhana maka pengelolaan limbah cair ini dapat dilakukan dengan sederhana melalui proses penetralan. Demikian halnya dengan pengelolaan sedikit limbah cair dari unit laboratorium analisis gas yakni limbah hasil titrasi penetralan antara asam sulfat sebagai pengikat Ammonia dan dititrasi dengan NaOH dalam penetapan kadar ammonia, dan hal ini tetap tidak langsung dibuang tapi perlu dilakukan pengelolaan sederhana.

3. Limbah berwujud padat yang berasal dari proses analisis unit laboratorium urea dengan karakteristik berwarna putih serta memiliki sifat *hygroskopis* yang tinggi yakni limbah bahan kimia sisa analisis berupa urea prill dan granular.

### **4.3 Pengelolaan Limbah Laboratorium Proses saat ini.**

#### **4.3.1 Pengambilan Sampel (*Sampling*)**

Pengelolaan terhadap limbah bahan kimia sisa analisa dari laboratorium proses dilakukan sejak tahap pelaksanaan mulai dari proses pengambilan sample di lapangan pabrik Kaltim-1, Kaltim-2, Kaltim-3, POPKA, dan Kaltim-4.

Pada saat proses pengambilan sample ini didasarkan pada ketentuan dan keterwakilan sample yang akan di analisis dan diharapkan akan mendapatkan data hasil pengukuran sesuai dengan kondisi operasional yang riil, akurat, serta memiliki ketelitian yang tinggi.

Pembilasan pada unit proses pabrik utilitas diantaranya *Boiler Water*, air umpan boiler (*BFW*), air kondensate desalinasi, *Mix Bed*, air pendingin sampai dilakukan satu kali dan dimasukkan dalam penampungan limbah melalui saluran pembuangan terbuka (*open ditch*).

Dalam pengamatan dan evaluasi metode ini cukup baik untuk dilaksanakan namun tetap selalu mendapat perhatian apabila arah angin dan debu

urea sekitar pabrik akan merubah karakteristik pH, kadar amoniak meningkat dan bereaksi dengan air laut yang mengandung garam kalsium, magnesium dan sulfat membentuk endapan putih yang dapat menghambat laju aliran air dan menutupi aliran pipa buangan lainnya.

Memperhatikan keadaan ini pengelolaan tetap dapat dilakukan namun khusus untuk pengelolaan sisa pembilasan sampel dari unit air pendingin (*cooling water*) yang mengandung bahan kimia senyawa Nitrit harus diupayakan untuk dilakukan pengelolaan yakni dengan ditampung dengan wadah tertentu dan dicampur dengan sisa sample untuk analisa kemudian dapat digunakan kembali (*reuse* limbah) sekaligus diperoleh keuntungan nilai ekonomis. Adapun alasan mengapa hal ini harus dilakukan karena senyawa nitrit dengan konsentrasi cairan tertentu menyebabkan gangguan pada iritasi pada kulit dan mata dan dari sifat reaktifnya menjadi bahan yang amat korosif terutama akan merusak instalasi yang terbuat dari logam.

Demikian pula dengan pengambilan sampel dari unit pabrik urea pembilasan sampel dapat selalu dilakukan dengan aman serta sampel pembilas tidak dilakukan karena proses pengambilan dengan cara tertutup dengan air sebagai pengikat *ammonia water* dan juga urea prill/granular.

#### **4.3.2 Pendinginan Sampel**

Pada tahap ini rata-rata sampel memiliki temperature diatas 40°C, sehingga perlu didinginkan dalam tempat pendinginan sesuai temperature kamar ruangan analisis yang dipersyaratkan sebagai sampel untuk diperoleh data yang stabil dan akurat serta ketelitian yang tinggi.

Pada pengelolaan sampel disini harus diperhatikan tutup botol yang rapat agar tidak tertumpah pada air pendinginan dan terkontaminasi pada sampel serta minimalnya limbah akibat terbuangnya sampel tersebut.

#### **4.3.3 Analisis Sampel**

Sampel-sampel yang telah didinginkan dan siap untuk di analisis dipipet sesuai dengan kebutuhan dan ditambahkan bahan kimia pereaksi sesuai dengan

karakteristik kadar masing-masing item analisis yang diinginkan sesuai unit pabrik masing-masing.

Sampel dari unit pabrik utilitas item analisis dilakukan terhadap sampel *Boiler water, kondensate desalinasi, BFW*, kondensate *WWT*, air pendingin, dan air laut. Analisis pH Meter dan konduktivimeter dilakukan dengan terlebih dahulu dilakukan pembilasan terhadap electrode pengukur dengan sampel sehingga sampel yang mengandung konsentrasi bahan kimia akan langsung terbuang dengan karakteristik pH basa terutama sampel boiler water, air pendingin, *WWT*, dan air laut (pH 9-10). Apabila hal ini tidak dilakukan pengelolaan maka akan berdampak bagi kerusakan lingkungan terutama bagi instalasi logam terdekat. Alternatif pengelolaan adalah dengan menampung dalam wadah terbuat dari plastik dan digunakan sebagai bahan penetral di unit lainnya antara lain di *Neutralization Sump*.

Pada analisis sampel dari unit pabrik utilitas lainnya setelah direaksikan dengan bahan kimia dan di analisis dengan metode spektrofotometri menghasilkan senyawa complex yang berwarna dan limbah setelah analisa. Setelah warna terbentuk maka sampel tersebut dianalisis dengan spektrofotometer, dan selain itu ada sejumlah timbulan limbah selain sisa dari analisa dibuang. Parameter dari pengukuran dengan metode ini adalah  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{N}_2\text{H}_4$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{NH}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ , yang direaksikan dengan bahan kimia pereaksi membentuk senyawa kompleks berwarna yang merupakan limbah bahan kimia sisa analisis sisa sampel dan langsung dibuang serta berlangsung secara rutin dan konsentrasi setiap komponen hasil analisis dihitung dengan satuan ppm atau 0,000001 %.

Karakteristik limbah bahan kimia sisa analisis ini adalah bersifat sangat asam yang berasal dari penambahan campuran pereaksi terutama pada analisis  $\text{N}_2\text{H}_4$ ,  $\text{SiO}_2$  dan  $\text{NH}^+$ . Pengelolaan pada campuran limbah sisa analisis ini dapat dimanfaatkan untuk menetralsir limbah buangan yang bersifat basa yang dihasilkan dari hasil pencucian resin yang ada di unit *Neutralization Sump*, sebagai bahan pengganti penetral asam sulfat.

Berdasarkan pada parameter pengukuran diatas maka pengelolaan limbah bahan kimia sisa analisis dari laboratorium dengan memperhatikan kepentingan bagi lingkungan sebagai berikut :

a. Pengelolaan limbah yang mengandung Posfat

Berdasarkan sifat kimia limbah bahan buangan yang mengandung posfat dengan tingkat reaktivitas yang stabil dapat bereaksi dengan berbagai logam menghasilkan gas  $H_2$  dan berbahaya jika kena panas yakni terjadi eksplosif, tetapi disisi lain memiliki dampak positif yakni buangan posfat dalam suasana asam posfat dapat memberikan penyuburan tanah (eutrotopia) dengan penetralan serta ditambahkan  $Ca(OH)_2$  pada pH 6-9 posfat akan mengendap dan endapan ini dapat dimanfaatkan sebagai pupuk.

b. Pengelolaan limbah yang mengandung Hidrazin

Hidrasin adalah senyawa amin berupa cairan tak berwarna dan berbau seperti amonia dan di pabrik digunakan sebagai bahan *inhibitor* dalam air ketel uap (*boiler*). Cairan yang mengandung hidrasin dalam konsentrasi tertentu terbuang kedalam selokan air dapat menimbulkan bahaya kebakaran dan eksplosif. Limbah hidrasin dapat diencerkan dan dinetralkan dengan menambahkan asam sulfat encer sebelum dibuang ke perairan. Memperhatikan dampak limbah bahan kimia sisa analisis dari laboratorium ini pengelolaan dapat dilakukan tanpa harus menambahkan asam sulfat encer sebab asam tersebut telah tercampur bersama-sama dari penambahan dari limbah lain pada proses unit analisa amonia, selain itu konsentrasi hidrasin relatif masih dalam ambang batas.

c. Pengelolaan limbah yang mengandung Silika.

Sampel yang dianalisis mengandung bahan kimia  $SiO_2$  dari proses pabrik berasal dari unit boiler water berupa silica terlarut dengan demikian dalam konsentrasi yang relatif kecil pengelolaan limbah dapat dilakukan secara langsung bersam limbah bahan kimia sisa analisa laboratorium proses.

d. Pengelolaan limbah yang mengandung Amonia.

Analisis sampel yang mengandung amonia dalam air desalinasi adalah dengan tujuan untuk mengetahui diantaranya terlarutnya atau banyaknya

pencemaran debu urea pabrik yang dapat mengakibatkan conductivity naik sehingga bahan baku air desal tidak dapat digunakan pada proses operasional. Pada limbah bahan buangan limbah bahan kimia sisa analisis ini tereleminasi dengan naiknya temperature bahan campuran lain antara lain asam sulfat. Sifat kimia amonia adalah amat mudah larut dalam air membentuk amonium hidroksida. Dalam air amat beracun bagi ikan dan binatang air lainnya. Amonia dalam air dapat dibuang dengan *proses stripping* pada pH 12.

e. Pengelolaan limbah yang mengandung Klorida

Limbah bahan kimia sisa analisis mengandung sedikit klorida yang berasal dari sampel kondensate desalinasi yang didalam perlakuannya direaksikan dengan bahan kimia HgCNS membentuk senyawa kompleks berwarna kuning dengan konsentrasi rata-rata dibawah 1.00 ppm.

Evaluasi terhadap pengelolaan limbah yang mengandung bahan kimia senyawa merkuri harus mendapat perhatian karena amat berbahaya.

Pembuangan limbah yang mengandung Hg ke dalam lingkungan akan menyebabkan pencemaran Hg yang dapat berubah menjadi methyl mercury yang dapat terakumulasi pada ikan, kerang, udang yang akhirnya kepada manusia. Ion raksa dalam air dapat diendapkan dengan sulfide, sedangkan tumpahan atau uap dapat diikat dengan penyerap seperti karbon aktif yang mengandung belerang.

Berdasarkan kenyataan ini khusus untuk analisis klorida dalam sampel kondensate desalinasi bahkan analisis klorida dalam sampel lainnya, perlu dilakukan dengan metode analisis alternatif yang juga memiliki tingkat akurasi dan ketelitian yang tinggi yakni dengan metode *potentiometri*.

Pada analisis sampel dari unit pabrik urea terutama pada sampel urea solution atau amonia water yakni sejumlah sampel dititrasi dengan asam klorida dengan penambahan indicator dan merupakan reaksi penetralan. Pada bagian ini dihasilkan sejumlah bahan buangan limbah yang harus dibuang sehingga tetap akan memberikan dampak bagi lingkungan. Selain

itu bahan sisa sampel juga dibuang langsung sebagai limbah. Komposisi utama sisa sampel adalah  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$ , dan Urea.

Berdasarkan pada kenyataan tersebut pengelolaan limbah bahan kimia sisa analisis dari unit pabrik urea dapat dibagi seperti berikut :

- a. Limbah bahan buangan sisa analisa dari hasil titrasi penetralan dapat ditampung bersama dengan limbah bahan buangan dari unit utilitas dan digunakan untuk menetralkan limbah bahan buangan di unit Neutralization Sump.
- b. Bahan kimia sisa sampel amonia water ditampung dalam wadah yang tertutup untuk dapat dikelola kembali (*recycle*) kembali di unit pabrik urea.

#### **4.4 Analisis S.W.O.T**

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

##### **4.4.1 Kekuatan (Strength)**

Strength atau kekuatan 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 pengelolaan bahan kimia sisa analisis 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 dan pengelolaan bahan kimia.
- b. Pelatihan mengenai penanganan bahan kimia berbahaya
- c. 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

#### 4.4.2 Kelemahan (Weakness)

Weakness atau kelemahan 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 , jenis bahan kimia yang dibutuhkan serta delivery time atau waktu yang dibutuhkan dari sejak order diterima vendor sampai dengan barang tiba di gudang tetapi selesai digunakan dalam analisa pengelolaan kurang tertangani dengan serius (Robby Lasut, 2006).
- 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 sisa analisis dibuang langsung seharusnya dengan menampungnya pada wadah yang tersedia telah memiliki sikap mental yang peduli terhadap alam lingkungan, dan pada saat analisis selesai melakukan analisis Kasie Shift dapat mengarahkan untuk tidak dibuang.
- d. Seharusnya setiap shift analisis dapat menampung dan mengkoordinasikan dengan pihak operasi untuk melakukan pengelolaan bersama.
- e. Belum ada prosedur tentang cara pengelolaan bahan kimia sisa analisis laboratorium sebagai pedoman pelaksanaan pengelolaan yang mudah.  
Akibat tidak dimilikinya prosedur tersebut maka pada saat selesai analisis selalu ada bahan yang harus dibuang sehingga jika berlangsung terus akan mencemari lingkungan.
- f. Hasil audit yang menyatakan bahwa di laboratorium proses terdapat kuantitas bahan kimia sisa analisis tidak ditindaklanjuti dengan

penanganan limbah bahan kimia karena bahan tersebut sejak selesai harus berubah menjadi limbah yang harus dikelola.

- g. Hal ini berlaku juga terhadap bahan kimia rusak kemasan, tindak lanjut untuk mencegah kontaminasi dan degradasi bahan harus dilakukan secepatnya agar limbah dapat diminimalisasi pada saat itu juga, terutama setelah selesai analisis.

#### **4.4.3 Peluang (Opportunities)**

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.
- d. Memanfaatkan kesempatan dengan melakukan evaluasi hasil kerja dan permintaan analisa mendadak (extra check)

#### **4.4.4 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.

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.

- c. 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 kemukakan untuk ditindaklanjuti adalah aspek "Weakness" atau kelemahan dari prosedur yang selama ini diterapkan dengan harapan apabila kelemahan tersebut dapat diatasi maka prosedur tersebut menjadi lebih sempurna dan sikap mental terhadap pekerjaan rutin.

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

#### **4.5 Model Pengelolaan Limbah bahan kimia sisa analisis dari Laboratorium**

Pengelolaan limbah bahan kimia sisa analisa dari laboratorium dapat dilakukan dengan memperhatikan sifat dan karakteristik limbah bahan buangan tersebut yang memiliki derajat keasaman yang tinggi ( $\text{pH} < 1,0$ ), yang dihasilkan dari campuran limbah berasal dari unit analisis laboratorium yang ada, serta bahan buangan sisa sampel dari analisis pabrik urea berupa amonia water dengan konsentrasi  $\text{NH}_3$  1-3 %,  $\text{CO}_2$  1-3 % dan Urea 2-5 %.

Pengelolaan dengan teknik mengumpulkan limbah bahan buangan sisa analisis dan bahan buangan sisa sampel untuk analisis serta ditempatkan dalam

wadah penampungan dari bahan yang tidak mudah korosif dan kemudian digunakan kembali (*reuse*) sebagai penetral limbah bahan buangan dari unit lain yang memiliki karakteristik wujud cair dan bersifat basa serta dilakukan penetralan di unit Neutralization Sump pabrik.

Pengelolaan bahan buangan limbah sisa analisis dari pabrik urea ditampung dalam wadah penampungan terbuat dari plastic dilengkapi dengan penutup dan kemudian dicampur sampai homogen. Ambil sejumlah sampel sebanyak 1 liter dan lakukan analisis sesuai dengan metode analisis dengan konsentrasi  $\text{NH}_3$  1-3 %,  $\text{CO}_2$  1-3 % dan Urea 2-5%, kemudian dimasukkan kembali melalui tanki *amonia water* di pabrik urea.

#### **4.6 Penerapan Produksi Bersih**

Untuk mendapatkan bahan referensi bagi pengelolaan limbah bahan kimia sisa analisis dari laboratorium, dan disesuaikan dengan konsep penerapan produksi bersih yakni melakukan tindakan efisiensi, pencegahan pencemaran, minimisasi limbah guna mencapai sasaran bagi peningkatan produktivitas maka diperlukan kajian dengan metode pengelolaan limbah terhadap bahan kimia sisa analisis dari buangan limbah analisis utilitas dengan karakteristik derajat keasaman yang tinggi dengan limbah dari unit proses operasional lainnya yaitu limbah bahan buangan didalam unit penetralan yang ada dalam pabrik.

##### **4.6.1 Prinsip *Reuse* : Pemanfaatan limbah bahan kimia sisa analisis untuk bahan penetral di unit *Neutralization Sump*.**

Bahan buangan limbah campuran bahan kimia sisa analisis di laboratorium memiliki karakteristik dengan derajat keasaman (pH) yang sangat rendah ( $\text{pH} < 1.0$ ). Hal ini terjadi karena terbentuknya senyawa complex dengan terbentuknya warna kuning serta timbulan cairan dari proses reaksi kimia pada masing-masing komponen analisis yang berasal dari sampel unit proses pabrik. Setelah melalui analisis dan diperoleh data sebagai konsentasi sesuai parameter

yang dikehendaki untuk dianalisis dengan metode spektrofotometer dan kemudian menjadi limbah bahan kimia sisa analisis.

Hal ini selalu berlangsung terus menerus karena fungsi laboratorium proses diantaranya adalah memantau proses operasional pendukung melalui analisis sampel pada setiap unit. Berdasarkan kenyataan ini maka diperlukan inovasi guna mencegah terjadinya pencemaran bahan kimia yang kita kenal sangat beracun itu.

Dengan volume yang relatif banyak maka limbah ini dapat dijadikan bahan penetral bagi limbah yang memiliki karakteristik wujud cair dan dengan derajat keasaman basa, antara lain limbah yang berasal dari bahan buangan hasil pencucian resin di unit mix bed pabrik utilitas.

#### **a. Aspek Lingkungan**

Dengan melakukan pemanfaatan kembali limbah bahan kimia sisa analisa dari laboratorium yang biasanya langsung dibuang, maka apabila ditinjau dari aspek lingkungan, *benefit* atau keuntungan yang bisa diperoleh adalah sebagai berikut :

- 1) Mengurangi terjadinya pembuangan limbah bahan kimia.
- 2) Prinsip penerapan produksi bersih yang diterapkan dalam modifikasi ini adalah mengurangi sumber limbah dan pemanfaatankembali (*reuse*).

#### **b. Aspek Teknis**

Dalam setiap pengambilan sampel dari semua unit pabrik yang dibutuhkan untuk analisis dari pabrik utilitas dengan volume 500 ml. Frekwensi pengambilan sampel adalah 3 kali sehari yakni setiap shift (pagi,sore,malam) sebanyak 453 item sampel. Jadi dalam setahun pengambilan sampel sebanyak 81540000 ml atau sebanyak 81540 liter.

Berdasarkan hasil pengukuran rata-rata limbah hasil pencucian mix bed pabrik utilitas adalah 120000 liter setiap satu kali pencucian dengan derajat keasaman (pH 12-13), dan realisasi penggunaan bahan penetral asam sulfat

sebanyak 220 liter dan derajat keasaman (pH 6-7,5) dan proses pencucian setiap bulan sebanyak 2 kali.

Berdasarkan data tersebut maka bersama ini diusulkan limbah bahan kimia sisa analisis tersebut untuk dimanfaatkan kembali pada prosedur atau instruksi kerja yaitu dengan terlebih dahulu memasang line terbuat dari pipa paralon dari laboratorium proses sampai diareal *neutralization sump* pabrik dengan memperhatikan kedudukan, jalur yang dilewati.

### c. Aspek Finansial

Dalam usulan pengelolaan ini dibutuhkan peralatan yang diperlukan karena harus dibuatkan line pipa paralon dengan garis tengah 8 inch sepanjang 50 meter langsung pembuangan limbah bahan kimia sisa analisa dari laboratorium sampai di areal *neutralization sump*.

Keuntungan dari aspek finansial dapat dihitung dari bahan asam sulfat yang dapat dihemat, yaitu sebesar 440 liter setiap bulan. Asumsi harga asam sulfat per liter =Rp 92.000, maka penghematan pemakaian asam sulfat sebesar Rp 20.240.000. Sedangkan biaya yang dibutuhkan untuk memasang line pipa paralon dengan asumsi harga 1 paralon ukuran 4 meter 8 inch dengan asumsi harga Rp 100.000 x 13 buah + biaya pemasangan = Rp 1.500.000. Berdasarkan asumsi perhitungan tersebut maka biaya yang dapat dihemat adalah :Rp 20.240.000 – Rp 1.500.000 = Rp 18.740.000./bulan.

#### 4.6.2 Prinsip Reuse : Pemanfaatan limbah sisa sampel Amonia Water untuk dikirim kembali dan diproses melalui Amonia Water Tank.

Pada saat pengambilan sampel dari unit pabrik urea dimana metode pengambilan sampel dengan menggunakan bladder karet tahan panas dilakukan dengan tertutup untuk menghindari lolosnya kandungan  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$ , dan Urea, yaitu dengan terlebih dahulu bladder diisi dengan air. Mengingat keadaan tersebut, maka diusulkan larutan amonia water sisa sampel tersebut dialirkan

kembali ke amonia water tank di pabrik untuk memanfaatkan konsentrasi  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$  dan Urea dalam sampel untuk diolah kembali menjadi urea.

**a. Aspek lingkungan**

Dengan menambahkan instalasi peralatan pipa untuk memanfaatkan kembali limbah buangan sisa sampel amonia water dari pabrik urea yang mengandung  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$  dan Urea, maka dapat dilihat benefit atau keuntungan yang dapat diperoleh sebagai berikut :

- 1) Mengurangi buangan limbah yang mengandung  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$ , Urea.
- 2) Recovery ammonia senilai US dollar 900 per tahun atau Rp 8.820.000 per tahun.
- 3) Prinsip Produksi bersih yang diterapkan dalam inovasi ini adalah daur ulang terutama reuse (penggunaan kembali) dan upaya eliminasi limbah atau pengurangan limbah sampai seminimal mungkin.

**b. Aspek Teknis**

Limbah buangan sisa sampel amonia water konsentrasi  $\text{NH}_3$  1-3 %,  $\text{CO}_2$  1-3 % dan Urea 2-5 %, dengan volume 4000 liter/bulan (BJ Amonia : 0.682) asumsi 1 ton  $\text{NH}_3$  \$ 200. Berdasarkan data tersebut maka terdapat peluang penghematan yang dapat diperoleh.

Untuk menjadi pertimbangan pengelolaan bahwa untuk limbah amonia water dapat ditampung dalam wadah dengan penutup serta pengangkutan selama belum dibuatkan aliran langsung dari laboratorium ke amonia water tank.

**a. Aspek Finansial**

Kebutuhan peralatan apabila belum dibuat line langsung dari laboratorium ke Unit Neutralization sump, adalah Eglo ukuran volume 30 liter, 30 unit a senilai Rp 200.000 = Rp 6.000.000,-/tahun. Biaya pengangkutan sebesar Rp 500.000 /bulan atau Rp 6.000.000/tahun .

Asumsi penghematan yang dapat diperoleh adalah :

$8.840.000/\text{bln}/106.000.000 - \text{Rp}12.200.000 = \text{Rp} 94.200.000,-/\text{tahun}.$

#### **4.6.3 Prinsip Recovery : Pengambilan kembali Urea Prill dan Urea Granular**

Sisa sampel untuk analisa sampel urea wujud padat yakni urea prill dan urea granul dilakukan analisa terutama adalah ukuran size butiran urea dan sisa sampel langsung dibuang. Berdasarkan kenyataan ini maka diusulkan untuk ditampung dalam wadah tertentu dan tertutup untuk dapat dikembalikan di unit gudang dan pengantongan.

##### **a) Aspek Lingkungan**

Dengan melakukan pemanfaatan kembali limbah bahan kimia sisa sampel urea prill dan granul dari laboratorium yang biasanya langsung dibuang, maka apabila ditinjau dari aspek lingkungan, benefit atau keuntungan yang bisa diperoleh adalah sebagai berikut :

- 1) Mengurangi terjadinya pembuangan limbah bahan kimia.
- 2) Prinsip penerapan produksi bersih yang diterapkan dalam modifikasi ini adalah mengurangi sumber limbah dan pemanfaatankembali (reuse).

##### **b) Aspek Teknis**

Dalam setiap pengambilan sampel dari semua unit pabrik yang dibutuhkan untuk analisis dari pabrik urea produk dengan berat 500 g.

Frekwensi pengambilan sampel adalah 3 kali sehari yakni setiap shift (pagi,sore,malam) sebanyak 1500 gram sampel/hari/45 kg/bulan atau 225 kg untuk 5 pabrik dengan asumsi beroperasi normal.

Dengan memperhitungkan penggunaan sampel untuk analisa laboratorium relative kecil antara 1- 100 gram, maka sangat disarankan untuk sisa sampel yang

akan menjadi limbah untuk ditampung dalam wadah/ember plastik bertutup agar tidak terkontaminasi, sementara sisa analisa size tetap dalam kondisi baik.

**c) Aspek Finansial**

Kontribusi yang dapat diperoleh apabila pengelolaan limbah sisa sampel urea prill dan granul adalah 225 kg, dengan asumsi harga 1 kg urea Rp 1000 maka dapat dihemat sebesar Rp 2.700.000/tahun.

**4.7 Strategi Pengelolaan Limbah Sisa Analisis Laboratorium**

Sebagai strategi bagi pengelolaan limbah bahan kimia sisa analisis dari laboratorium berdasarkan konsep PDCA sebagai berikut :

**1. Aspek Manajemen**

Pengelolaan bahan kimia sisa analisis dari laboratorium (pH <1.0) akan sangat bermanfaat secara ekonomis yang menguntungkan bagi perusahaan karena dengan memanfaatkan limbah sisa analisis (reuse) dapat dihemat biaya pengganti bahan kimia penetralan ( $H_2SO_4$ ) di unit Neutralisation Sump, dan recycle bahan sisa sampel Ammonia Water serta meminimalkan kerusakan tanah dan instalasi bahan dari logam karena korosif dan terutama mengurangi pencemaran dan mencegah kerusakan lingkungan.

**2. Aspek Teknis**

Pengelolaan bahan kimia sisa analisis dengan karakter pH <1,0, yakni digunakan menjadi bahan pengganti penetral diunit Neutralization Sump, sementara bahan sisa sampel Ammonia Water ditampung dan lakukan analisis campuran tersebut dengan konsentrasi  $CO_2$  1-3 %,  $NH_3$  1-3 % ,urea 2-5 %, serta masukkan melalui Ammonia Water Tank S-308 F lokasi pabrik Urea Kaltim-2.

Urea prill dan Urea Granular sisa sampel ditampung dalam wadah tertutup secara periodik dengan kondisi suhu 20 o C, sesuai lingkungan laboratorium dikembalikan ke Gudang dan Penggantungan.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN REKOMENDASI**

#### **5.1 KESIMPULAN**

Berdasarkan pada tujuan dari penelitian ini maka hasil evaluasi dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut :

**5.1.1** Pengelolaan bahan kimia sisa analisis dari laboratorium berasal dari campuran bahan kimia sisa analisis dari proses analisis laboratorium sampel utilitas, sampel amonia water dan sisa sampel urea prill/granullar membentuk senyawa kompleks dengan derajat keasaman yang tinggi ( $\text{pH} < 1.0$ ).

Karakteristik limbah bahan kimia seperti ini bersifat korosif dan akan merusak semua komponen atau bahan dan instalasi yang terbuat dari logam, dan apabila dibuang langsung ke alam dan lingkungan akan mengganggu keadaan tanah, menghambat proses pembusukkan serta mengganggu keseimbangan alam itu sendiri, dan apabila berlangsung rutin dan terus-menerus akan mengakibatkan pencemaran.

**5.1.2** Pengelolaan limbah berwujud cair yang berasal dari proses analisis unit laboratorium urea yakni limbah hasil titrasi dengan karakteristik bersifat basa dari senyawa kompleks berwarna hijau. Jika evaluasi dilakukan dengan pemahaman sederhana maka pengelolaan limbah cair ini dapat dilakukan dengan sederhana melalui proses penetralan.

Demikian halnya dengan pengelolaan sedikit limbah cair dari unit laboratorium analisis gas yakni limbah hasil titrasi penetralan antara asam sulfat sebagai pengikat amoniak dan dititrasi dengan NaOH dalam

penetapan kadar ammonia, dan hal ini tetap tidak langsung dibuang tapi perlu dilakukan pengelolaan.

Limbah berwujud padat yang berasal dari analisis unit laboratorium urea dengan karakteristik berwarna putih serta memiliki sifat higroskopis yang tinggi yakni limbah bahan kimia sisa analisa berupa urea prill dan granular.

Pengelolaan limbah bahan kimia sisa analisa dari laboratorium dapat dilaksanakan dengan konsep Produksi Bersih sebagai tindakan pencegahan pencemaran, minimalisasi timbulan limbah serta peningkatan produktivitas, diantaranya *reuse*, *recovery* dan *recycle* limbah dan memberikan benefit atau keuntungan.

## **5.2 REKOMENDASI**

Untuk mengembangkan model produksi bersih yang dapat diterapkan secara tepat di laboratorium sehingga mencegah dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan maka dapat direkomendasikan sebagai berikut :

**5.2.1** Pengelolaan limbah bahan kimia sisa analisis dari laboratorium dapat dilakukan dengan memperhatikan sifat dan karakteristik limbah bahan buangan tersebut yang memiliki derajat keasaman yang tinggi ( $\text{pH} < 1,0$ ), yang dihasilkan dari campuran limbah berasal dari unit analisis laboratorium yang ada, serta bahan buangan sisa sampel dari analisis pabrik urea berupa amoniak water dengan konsentrasi  $\text{NH}_3$  1-3 %,  $\text{CO}_2$  1-3 % dan Urea 2-5 %, dibuatkan saluran aliran langsung dari laboratorium ke unit Neutralization Sump.

**5.2.2** Pengelolaan dengan teknik mengumpulkan limbah bahan buangan sisa analisis dan bahan buangan sisa sampel untuk analisis serta ditempatkan dalam wadah penampungan dari bahan yang tidak mudah korosif dan kemudian digunakan kembali (*reuse*) sebagai penetral limbah bahan

buangan dari unit lain yang memiliki karakteristik wujud cair dan bersifat basa serta dilakukan penetralan di unit Neutralization Sump pabrik.

Pengelolaan bahan buangan limbah sisa analisis dari pabrik urea ditampung dalam wadah penampungan terbuat dari plastik dilengkapi dengan penutup dan kemudian dicampur sampai homogen. Ambil sejumlah sampel sebanyak 1 liter dan lakukan analisis sesuai dengan metode analisis dengan konsentrasi  $\text{NH}_3$  1-3 %,  $\text{CO}_2$  1-3 % Urea 2-5%, apabila hasil analisis memenuhi spesifikasi sesuai konsentrasi hasil analisis ammonia water tank kemudian dimasukkan kembali melalui tanki tersebut dengan mengkoordinasikannya dengan pihak operasi untuk dimasukkan di pabrik urea dan diharapkan mendapatkan keuntungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustini, 2000, Materi Kebijakan Bersih , Kursus mengenai dampak lingkungan Dasar-dasar AMDAL Type A, kerjasama Bapedal dengan Pusat Penelitian dan Lingkungan Hidup, Lembaga Penelitian ITS, 03-13 Oktober 2000.
- American Chemical Society, 1993, Task force on Laboratory Waste Management, Less is Better, Washington DC, American Chemical Society.
- Anonim, 2001, Buku Panduan Model Penerapan Produksi Bersih, Badan Pengendalian Dampak Lingkungan.
- Bapedal, 1996, Himpunan Peraturan tentang Pengendalian Dampak Lingkungan , Seri IV, Kepmen LH Nomor : Kep-42/Men LH/11/94, tentang pedoman umum pelaksanaan lingkungan, Jakarta.
- Bishop , 2000, Pollution Prevention Fundamental and Practice, McGraw Hill, Boston.
- Bratisida, Konsep Produksi Bersih.
- Chiyoda-Rekayasa, 1987, Ammonia-Urea Project Operation Manual for PT Pupuk Kaltim.
- Environmental Management Gide for Small Laboratories, EPA 233-B-00-001, dalam LS&EM V7, No. 5.
- Freeman, 1995, Industrial Pollution Preventive Hand Book, McGraw-Hill, New York.
- Hadi, 2001, Dimensi Lingkungan Perencanaan Pembangunan, Gajah Mada University Press.
- Hadi , 2005, Manejemen Lingkungan untu Pemerintah Daerah, Makalah Pelatihan Auditor LH Pemda, Depdagri, Pekan Baru.
- Imamkhasani, 1998, Lembar Data Keselamatan Bahan (MSDS), Puslitbang Kimia Terapan, Bandung.
- ISO 17025, 2005, Panduan Persyaratan Sistim Manajemen Laboratorium.
- Kellog MV, 1982, Ammonia-urea Project Operation Manual for PT. Pupuk Kaltim Bontang.

Lokakarya Nasional Cleaner Production Technology, 2003, Bandung.

Managing of Your Hazardous Waste, Environmental Protection Agency (EPA),  
December 2001.

Peraturan Pemerintah Nomor 18 juncto 85 Tahun 1999.

Peraturan Pemerintah Nomor 74 tahun 2001.

Purwanto, 2006, Produksi Bersih, Materi Kuliah, MIL Bontang.

Smith , Chemical Process Design ;Waste Minimization, Chapter 10.  
Mc. Graw Hill, Inc.

Robby Lasut, 2006, Implementasi Manajemen Bahan Kimia dan Limbah  
Laboratorium Kimia, Universitas Diponegoro , Semarang.

Saribanon, Produksi Bersih : Paradigma Baru Pengelolaan Perencanaan  
Lingkungan.

Sumarno, 2001, Metodologi Penelitian, Materi Kuliah MIL, Semarang.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 1997, Tentang Pengelolaan  
Lingkungan Hidup.

DOMNLOAD INTERNET :

Chemicals Waste Policy Duke Medical Centre – 2004, akses 10 September 2006 ,  
[www.safety.duke.edu/SafetyManuals/University/Q-Chemwastemgt.pdf](http://www.safety.duke.edu/SafetyManuals/University/Q-Chemwastemgt.pdf)

DHWM Guidance Document, State of Ohio Enviromental Protection Agency,  
[www.epa.state.oh.us/dhwm/pdf/Episodic Generation.pdf](http://www.epa.state.oh.us/dhwm/pdf/Episodic%20Generation.pdf) , akses 05 Juli 2006.

[http://www.jatam.org/indonesia/case/nm/uploaded/std\\_buruk.html](http://www.jatam.org/indonesia/case/nm/uploaded/std_buruk.html), akses Mei 06.

<http://www.gwu.edu/~riskmgnt/hazmat/wastedeterminations.pdf>, akses 05  
Agustus 2006.

WASTE MINIMIZATION DAN POLLUTION CONTROL ,  
<http://www.p2pays.org/ref/01/text/00779/ch02.htm> ,akses internet 05 Agustus  
2006 :

UIUC CHEMICAL WASTE MANAGEMENT GUIDE Revised 7/2006,  
<http://www.ehs.uiuc.edu/css/guidesplans/wasteguide/chapter3.aspx?tbID=gp>, akses  
internet 05 Agustus 2006.