

PENERAPAN RECYCLE, REUSE DAN RECOVERY (3R) LIMBAH BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN SECARA OFF-SITE PT. PENGELOLA LIMBAH INDUSTRI BATAM (PLIB), JAKARTA

Sri Sumiyati^{*)}, Milda Restuti Iriany^{)}**

ABSTRACT

In every industries have capability to create waste from its production process. Waste represent remains substance (residu) from production process. Type of generated industrial waste depended from production activity that has done, such as raw material, type of production process, include the type of machine used that can influence the character of waste of itself. PT. Pengelola Limbah Industri Batam (PLIB) an Indonesia Waste Management Services Company which is licensed by the Government Republic of Indonesia in operation since 2004 provides a complete range of waste Management Services to industrial & commercial companies in Indonesia. One of kind waste characteristic which is needed furthermore management is hazardous waste. Appropriate to client's demand, PT. PLIB have a duty to manage the hazardous waste as one of PLIB's bussiness lines as it purpose to provides protect maximal environmental degradation. Kind of hazardous waste which is manage by PT is oil sludge and drilling cement cutting which is almost all of it come from oil industries.

Keywords : Hazardous Waste, Hazardous Waste Management, PT. PLIB

PENDAHULUAN

Industri di Indonesia telah mengalami perkembangan yang cukup pesat, bahkan beberapa daerah di Indonesia telah menjadi pusat kegiatan industri yang cukup besar. Tetapi kegiatan industri dewasa ini juga memberikan dampak buruk bagi lingkungan yang pada akhirnya berdampak buruk bagi manusia. Hal ini disebabkan timbulnya limbah yang merupakan hasil samping dari proses produksi yang berpotensi menimbulkan pencemaran di lingkungan. Salah satu limbah yang memiliki tingkat bahaya yang tinggi adalah limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). Tuntutan dari hukum dan peraturan yang berlaku serta mulai timbulnya kesadaran masyarakat, akan pentingnya lingkungan mendorong berbagai perusahaan industri untuk menerapkan teknologi bersih atau produksi bersih yang bertujuan untuk meminimasi limbah hasil industri. Dimana keseluruhan pengelolaan limbah B3 didasarkan pada peraturan pemerintah yaitu PP No. 18 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun yang kemudian dilakukan perubahan pada PP No. 85 Tahun 1999.

PT. Pengelola Limbah Industri Batam (PLIB) merupakan sebuah

perusahaan yang bergerak di bidang penyediaan manajemen limbah. PLIB berusaha memberikan solusi atas permasalahan limbah yang dihasilkan oleh berbagai industri untuk kemudian dikelola agar tidak menimbulkan pencemaran lingkungan. Dalam memberikan solusi atas limbah yang harus dikelola, PLIB sedapat mungkin memberikan solusi yang efektif, ekonomis dan tidak merusak lingkungan. Melalui pelaksanaan kerja praktek ini diketahui bahwa limbah B3 yang pada pengelolaannya diterapkan recycle, reuse dan recovery adalah limbah *oil sludge* yang merupakan hasil dari kegiatan *tank cleaning* dan limbah *drilling cutting* yang merupakan hasil dari kegiatan eksplorasi dan produksi minyak.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun

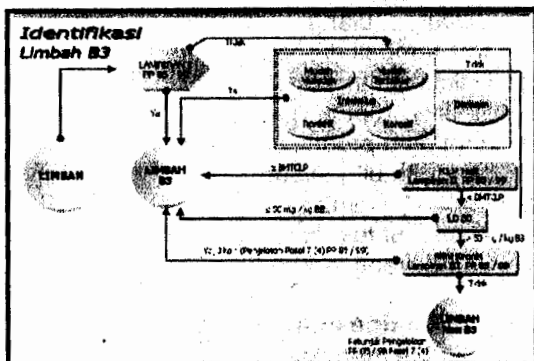
Menurut Peraturan Pemerintah No. 18 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, limbah bahan berbahaya dan beracun (limbah B3) adalah sisa suatu usaha dan/atau kegiatan yang mengandung bahan berbahaya dan/atau beracun yang karena sifat dan/atau konsentrasinya dan/atau jumlah, baik secara

langsung maupun tidak langsung dapat merusak dan/atau mencemari lingkungan hidup, dan/atau dapat membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, kelangkaan hidup manusia serta makhluk hidup lainnya. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No 85 Tahun 1999 dan Peraturan Pemerintah No 74 Tahun 2001 limbah yang termasuk limbah B-3 adalah limbah yang memenuhi salah satu atau lebih karakteristik sebagai berikut :

1. Limbah mudah meledak
2. Limbah mudah terbakar
3. Limbah yang bersifat reaktif
4. Limbah beracun
5. Limbah yang menyebabkan infeksi
6. Limbah bersifat korosif

Dalam identifikasi limbah B3 berdasarkan PP No. 18 Tahun 2001 adalah sebagai berikut:

- Limbah B-3 dari sumber tidak spesifik
- Limbah B-3 dari sumber spesifik
- Limbah B-3 dari bahan kimia kadaluarsa, tumpahan, sisa kemasan (Anonim, 2006)



Gambar 1 Diagram Mekanisme Identifikasi Limbah B3

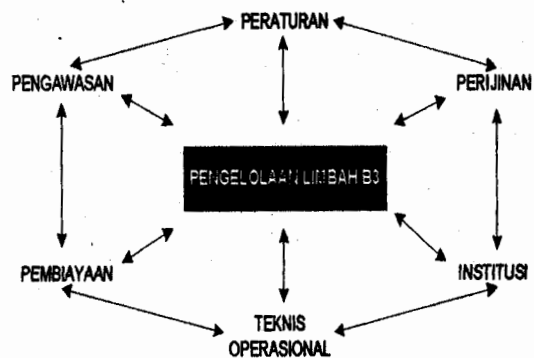
2. Pengelolaan Limbah B3

Prinsip-Prinsip Dasar Pengelolaan Limbah B3

- ♦ Minimasi Limbah
- ♦ Polluters Pays Principle
- ♦ Pengolahan dan Penimbunan Limbah B3 di Dekat Sumber
- ♦ Pembangunan Berkelanjutan Berwawasan Lingkungan
- ♦ Konsep "Cradle to Grave" dan "Cradle to Cradle"
- ♦ Konsep "Cradle To Grave" ialah upaya pengelolaan limbah B3 secara sistematis yang mengatur, mengontrol, dan memonitor perjalanan limbah dari mulai terbentuknya limbah sampai terkubur pada penanganan akhir. Sedangkan Konsep "Cradle To Cradle" adalah

konsep baru didalam suatu produksi industri yang berwawasan lingkungan. Pengertian dari konsep ini adalah suatu model dari sistem industri di mana material/bahan mengalir sesuai dengan siklus biologi.

Aspek Pengelolaan



Gambar 2 Aspek Pengelolaan Limbah B3

Untuk penjelasannya adalah sebagai berikut:

- Pengaturan (legal)
 Peraturan yang mengatur tentang prosedur pengelolaan limbah B3 secara benar sehingga tidak menimbulkan perusakan lingkungan hidup yang dapat membahayakan kehidupan manusia dan makhluk lainnya.
- Institusi, Perijinan dan Pengawasan
 Pihak-pihak yang terkait dengan proses pengelolaan limbah B3 tersebut (Badan Institusi kontrol, penghasil, pengumpul, pengangkut, pendaur, pengolah, pemusnah, dan pemerintah)
- Teknis operasional
 Cara pengelolaan limbah B3 secara benar dilapangan agar tidak membahayakan bagi lingkungan sekitar. Aspek yang terkait dengan teknik operasional ialah:
 1. Identifikasi (*Identification*) limbah B3
 2. Penyimpanan (*Storage*) limbah B3
 3. Pengumpulan (*Collect*) limbah B3
 4. Pengangkutan (*Transport*) limbah B3
 5. Pengolahan (*Treatment*) limbah B3
 6. Pelabelan limbah B3
 7. Pemusnahan (*Dispose*) limbah B3
- Pembiayaan

Faktor yang sangat berpengaruh pada proses pengelolaan limbah B3 di Indonesia karena biaya untuk melaksanakan prosedur pengelolaan secara benar masih cukup mahal sehingga mengakibatkan masih banyak industri yang tidak mampu

melaksanakan prosedur tersebut. (Anonim, 2006).

Pengolahan Limbah B3

Freeman (1998) menyebutkan bahwa pengolahan limbah B-3 adalah proses untuk mengubah karakteristik dan komposisi limbah B-3 untuk menghilangkan dan atau mengurangi sifat bahaya dan/atau sifat racun. Proses perubahan karakteristik dan komposisi limbah B-3 dilakukan agar limbah tersebut tidak berbahaya dan beracun.

3. Teknik Minimasi Limbah B3

Menurut Paul L. Bishop setiap pengoperasian industri pasti menghasilkan sejumlah limbah. Tidak ada operasi yang memiliki efisiensi 100 % bahan bakunya dikonversi menjadi produk jadi, demikian juga dengan bahan bakar yang digunakan sebagai sumber energi.

Minimasi limbah merupakan situasi yang saling menguntungkan (*win-win situation*), baik bagi pemerintah maupun industri yang menghasilkan limbah, dengan berkurangnya peraturan perundang-undangan, biaya pembuangan, dan kewajiban bagi pabrik serta mengurangi resiko bagi kesehatan masyarakat dan lingkungan. Produksi bersih adalah istilah industri untuk minimasi limbah.

Strategi yang paling baik dalam menangani polusi adalah dengan memakai segitiga terbalik pencegahan pencemaran. Keuntungan yang paling besar dari pengurangan polusi, akan diperoleh di puncak segitiga terbalik. Makin ke bawah keuntungannya semakin kecil dan biayanyapun makin ke bawah makin besar.

Teknik minimasi yang dapat dilakukan adalah :

- a. Substitusi Material
- b. Daur Ulang
- c. Modifikasi Proses
- d. Pemisahan Limbah

Sedangkan aktifitas minimasi limbah dapat berupa :

1. *recycling/reuse on-site*
2. *recycling/reuse off-site*
3. modifikasi peralatan/teknologi
4. reformulasi/desain ulang produk
5. penggantian bahan baku
6. menciptakan *housekeeping* yang baik, termasuk kontrol inventaris
7. *discontinue products*
8. *source reduction*
9. pemisahan limbah
10. *waste exchange* (Nicholas, 2003)

"Pollution Prevention Hierarchy"



Gambar 3 Hirarki Segitiga Terbalik Pencegahan Pencemaran

Reuse, Recycle dan Recovery

Pakai ulang (*reuse*) adalah pemanfaatan limbah dengan jalan menggunakannya kembali untuk keperluan yang sama atau fungsinya sama, tanpa mengalami pengolahan atau perubahan bentuk.

Daur ulang (*recycle*) adalah perolehan kembali dan penggunaan kembali, yang dilaksanakan melalui pengolahan fisik atau kimiawi, untuk menghasilkan produk yang sama atau produk yang lain.

Recovery (ambil ulang) adalah upaya pemanfaatan limbah dengan jalan memproses untuk memperoleh kembali materi/energi yang terkandung didalamnya

4. Limbah Sludge Industri Perminyakan

Sludge merupakan salah satu limbah yang dihasilkan dalam industri minyak bumi yang tidak dapat dibuang begitu saja ke dalam alam bebas karena dapat menyebabkan pencemaran lingkungan yang cukup berat dan jika dibuang ke lingkungan juga tidak akan terurai secara alamiah dalam waktu singkat.

5. Semen

Semen (*cement*) adalah hasil industri dari paduan bahan baku : batu kapur/gamping sebagai bahan utama dan lempung / tanah liat atau bahan pengganti lainnya dengan hasil akhir berupa padatan berbentuk bubuk/*bulk*, tanpa memandang proses pembuatannya, yang mengeras atau membatu pada pencampuran dengan air. Batu kapur/gamping adalah bahan alam yang mengandung senyawa Calcium Oksida (CaO), sedangkan lempung/tanah liat adalah bahan alam yang mengandung senyawa: Silika Oksida (SiO₂), Aluminium Oksida

(Al₂O₃), Besi Oksida (Fe₂O₃) dan Magnesium Oksida (MgO). Untuk menghasilkan semen, bahan baku tersebut dibakar sampai meleleh, sebagian untuk membentuk *clinkernya*, yang kemudian dihancurkan dan ditambah dengan gips (*gypsum*) dalam jumlah yang sesuai.

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Limbah B3 dan Karakteristik Limbah B3

Limbah B3 yang dikelola PT. PLIB adalah limbah *oil sludge* dan *drilling cement cutting* Uji karakteristik limbah B3 dilakukan di PT. Corelab dan PT. ALS Indonesia.

Tabel 1 Hasil Pengujian Karakteristik Limbah *Oil Sludge*

No	Parameter	Satuan	Oil Sludge	* Baku Mutu (mg/L)
1	Sulfur	% wt	1,56	-
2	Water Content	% Vol	22,5	-
3	Calorific Value	Kcal/Kg	8196	-
4	Chlorine	mg/L	0,99	-
5	Mercury	mg/L	0,0038	0,2
6	Arsenic	mg/L	0,0213	5
7	Chromium	mg/Kg	13,24	5
8	Lead	mg/Kg	5,64	5
9	Copper	mg/Kg	146,34	10

Sumber : PT. Corelab, 2007

Keterangan :

* : Baku mutu menurut Peraturan Pemerintah No. 85 Tahun 1999

Tabel 2 Hasil Pengujian Karakteristik Limbah *Drilling Cement Cutting*

No	Parameter	Satuan	DCC	Baku Mutu	
				*	** (mg/L)
1	Arsenic	mg/dry Kg	27	1	5
2	Barium	mg/dry Kg	86	20	100
3	Beryllium	mg/dry Kg	ND	5	-
4	Boron	mg/dry Kg	ND	200	500
5	Cadmium	mg/dry Kg	2,5	0,1	1
6	Chromium	mg/dry Kg	33	1	5
7	Cobalt	mg/dry Kg	7,1	0,4	-
8	Copper	mg/dry Kg	310	0,2	10
9	Lead	mg/dry Kg	84	1	5
10	Manganese	mg/dry Kg	252	0,2	-

Tabel 2 Hasil Pengujian Karakteristik Limbah *Drilling Cement Cutting* (Lanjutan)

No	Parameter	Satuan	Oil Sludge	Baku Mutu (mg/L)	No
11	Mercury	mg/dry Kg	0,112	0,001	0,2
12	Nikel	mg/dry Kg	5,2	0,4	-
13	Selenium	mg/dry Kg	ND	1	1
14	Silver	mg/dry Kg	ND	0,4	5
15	Thalium	mg/dry Kg	ND	100	-
16	Tin	mg/dry Kg	ND	100	-
17	Vanadium	mg/dry Kg	10	5	-
18	Zinc	mg/dry Kg	651	0,1	50
19	Antimony	mg/dry Kg	ND	1	-

Sumber : PT. ALS Indonesia, 2007

Keterangan :

* : Baku mutu menurut PT. ALS Indonesia

** : Baku mutu menurut Peraturan Pemerintah No. 85 Tahun 1999

DCC : *Drilling Cement Cutting*

ND : *Not detected*

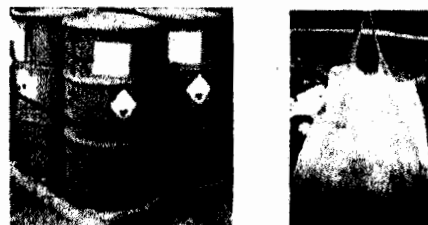
Pengelolaan Limbah B3

Pengelolaan limbah padat B3 yang dilakukan meliputi:

1. Pengemasan Limbah B3

Kemasan drum yang digunakan sebagai wadah limbah *oil sludge* berada dalam kondisi yang baik. Namun, masih terdapat drum-drum yang terlihat kurang terawat karena umur pemakaian yang sudah cukup lama.

Kemasan yang digunakan sebagai wadah limbah *drilling cement cutting* adalah *jumbo bag*. Kondisi *jumbo bag* masih berada dalam kondisi yang baik, tidak mengalami kebocoran maupun kerusakan.



Gambar 4 Kemasan Limbah B3

2. Penyimpanan Kemasan

Pelaksanaan penyimpanan kemasan limbah B3 kemudian dibandingkan dengan

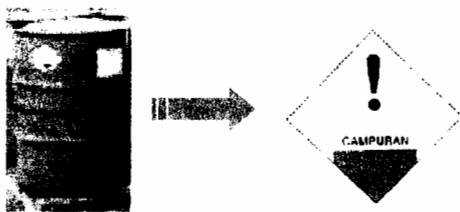
regulasi yang berlaku di Indonesia (Kep. 01/Bapedal/09/1995). Perbandingan pelaksanaan penyimpanan limbah B3 menunjukkan bahwa masih terdapat kekurangan dalam penyimpanan kemasan limbah B3 oleh PT. PLIB, yaitu pada lebar gang yang memiliki jarak kurang dari 60 cm.

3. Bangunan Penyimpanan Limbah B3

Peraturan tentang bangunan penyimpanan limbah B3 dapat dilihat pada Kep. Bapedal No. 01/ Bapedal/09/1995. Pada tahap penyimpanan ini, penyimpanan dilakukan oleh PT. Holcim Indonesia Tbk. Hal ini dikarenakan, pelaksanaan teknis 3r limbah B3 PT. PLIB dilakukan di PT. Holcim Indonesia Tbk dan PT. PLIB tidak melakukan penyimpanan limbah.

4. Label dan Simbol

Pelabelan dan simbol limbah B3 di PT. Pengelola Limbah Industri Batam berdasarkan regulasi yang berlaku berdasarkan Kep. 05/BAPEDAL/09/1995 tentang Simbol dan Label Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. Berdasarkan regulasi yang telah ditetapkan dapat diketahui bahwa masih ada ketidaksesuaian yang terjadi pada pelabelan limbah B3, yaitu pada tempat pemasangan label.



Gambar 5 Pemasangan Simbol



Gambar 6 Pemasangan Label

5. Pengangkutan

Dalam proses pengelolaan limbah B3 perlu diadakan suatu dokumen limbah B3 agar limbah dapat dikendalikan dan kemungkinan untuk tidak terdeteksi keberadaannya kecil. Dokumen ini sering disebut juga manifest limbah B3.

Pelaksanaan dokumen limbah di PT. PLIB telah memenuhi regulasi yang berlaku yaitu Kep. 02/Bapedal/09/1995 tentang Dokumen Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.

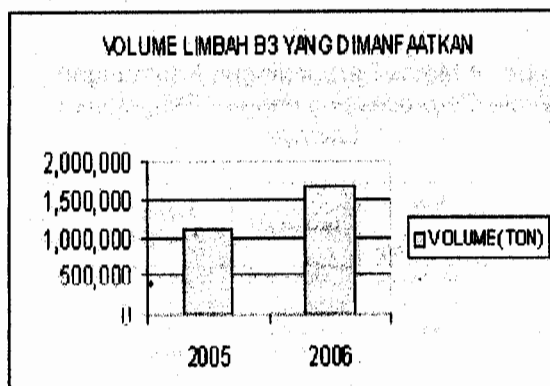
Mekanisme dokumen perjalanan limbah tersebut adalah :

- Pengangkut yang telah mempunyai izin dan terdaftar di KLH mengisi lembar 1 yang berwarna putih untuk pengangkut dan lembar 6 (warna krem). Lembar 1 merupakan lembar asli dan disimpan oleh pengangkut.
- Lembar 6 (warna krem) dikirim ke badan institusi kontrol (gubernur), memberikan lembar 4 (warna merah muda), 5 (warna biru), 7 (warna ungu) ke pengumpul/pemanfaat/pengolah (pihak ke-3) dan lembar 3 (warna hijau), 2 (warna kuning) ke penghasil
- Penghasil menyimpan lembar 3 (warna hijau) dan mengirim lembar 2 (warna kuning) ke KLH
- Pengumpul/pemanfaat/pengolah (pihak ke-3) menyimpan lembar 4 (warna merah muda) dan memberikan lembar 5 (warna biru) ke KLH dan lembar 7 (warna ungu) ke penghasil

Penerapan *Recycle, Reuse* dan *Recovery* Limbah B3

Limbah B3 yang dikelola oleh PT. Pengelola Limbah Industri Batam berupa oil sludge dan drilling cement cutting dinilai masih mempunyai nilai ekonomis, sehingga dilakukan *recycle, reuse* dan *recovery* terhadap limbah-limbah B3 tersebut. PT. PLIB dalam mengelola limbah B3 tersebut kembali pada misi dari PLIB sendiri, yaitu memberikan alternatif yang tepat, aman dan ekonomis.

Berdasarkan data yang ada di Kementerian Lingkungan Hidup total limbah B3 yang telah dimanfaatkan selama tahun 2006 mencapai 1.681.536,268 ton. Terjadi peningkatan volume 65.6% limbah dari tahun sebelumnya.



Gambar 7 Volume Limbah B3 yang Dimanfaatkan

Dalam mengontrol dan mempertahankan kualitas limbah ada dua langkah yang dilakukan oleh PT. PLIB dalam penerapan *recycle*, *reuse* dan *recovery* ini, yaitu:

1. Studi terhadap limbah dan metode pengolahan yang diterima.
2. Pengangkutan limbah, penerimaan dan proses pengolahan.

Waste co processing adalah penggunaan hasil samping atau limbah dari sebuah industri sebagai pengganti bahan bakar atau bahan baku untuk industri lain. Berdasarkan pengertian tersebut, dapat diketahui bahwa bentuk penerapan *recycle*, *reuse* dan *recovery* (3r) limbah B3 PT. PLIB dilakukan secara *off-site*, yaitu sebagai bahan baku dan bahan bakar alternatif dalam pembuatan semen PT. Holcim Indonesia Tbk.

Bentuk *recycle* limbah B3 pada pembuatan semen ini adalah sebagai bahan baku alternatif pada pembuatan semen, sedangkan bentuk *reuse* dan *recovery* limbah B3 pada pembuatan semen ini adalah sebagai bahan bakar alternatif.

Pada pembuatan semen, limbah *drilling cement cutting* yang sebagai bahan baku alternatif dicampur dengan bahan utama pembuat semen dengan perbandingan maksimal 1 : 9. Perbandingan tersebut menunjukkan batas penggunaan limbah *drilling cement cutting* sebagai bahan baku adalah 10 % dari jumlah bahan baku yang dibutuhkan setiap harinya yang berjumlah antara 1000 sampai 3000 ton/hari.

Penggunaan limbah yang dimasukkan sebagai bahan bakar diatur secara berkala di sela-sela pemasukkan bahan bakar utamanya. Hal ini dikarenakan

terdapatnya kandungan air yang terdapat pada limbah. Walaupun memiliki kalori yang cukup besar, kandungan air dalam limbah dapat menurunkan suhu pembakaran pada kiln.

Tahapan proses produksi semen PT. Holcim Indonesia Tbk adalah :

1. *Raw Material Grinding*
Pada tahap ini dilakukan penghancuran bahan baku, baik utama maupun alternatif, sehingga bahan baku tidak berada dalam bentuk yang kasar lagi.
2. *Raw Meal Silo*
Tahap ini merupakan tempat hasil pengolahan sebelumnya serta pencampuran secara merata seluruh bahan baku. Pada tahap ini bahan baku tidak dalam bentuk kasar lagi tetap sudah berada dalam bentuk yang halus.
3. Proses Pembakaran
Pada tahap ini dilakukan tahap pembakaran dengan suhu $\pm 1450^{\circ}C$ di kiln yang berdiameter 2 meter dan panjang 20 meter.
4. *Clinker Silo*
Merupakan tempat semen yang masih dalam bentuk kasar yang merupakan hasil pembakaran.
5. *Cement Grinding*
Dilakukan penghancuran terhadap semen dalam bentuk kasar agar menjadi halus.
6. *Cement Silo*
Tempat hasil pengolahan sebelumnya dimana semen sudah tidak berbentuk kasar lagi tetapi sudah dalam bentuk yang halus.
7. *Bag Packing*
Merupakan tempat pengemasan semen yang sudah jadi

Pengawasan Pemanfaatan Limbah B3

Sesuai dengan regulasi yang berlaku di Indonesia, baik pihak penghasil limbah, pengumpul, pengangkut dan pemanfaat limbah wajib mengetahui jalannya limbah dan wajib melaporkan kegiatan yang berkaitan dengan limbah B3 tersebut. Demikian juga pada pemanfaatan limbah B3 PT. Limbah Industri Batam yang secara teknis dilakukan di PT. Holcim Indonesia Tbk. Hal ini sesuai dengan yang tercantum dalam perijinan pemanfaatan limbah B3, yaitu bahwa penanggungjawab kegiatan wajib melaporkan realisasi pemanfaatan limbah B3 serta hasil uji emisi udara kepada pihak-pihak yang terkait.

SARAN

Penerapan aspek-aspek teknis dalam pengelolaan limbah B3 harus disesuaikan dengan peraturan-peraturan yang berlaku dan diberikan penegasan pada pekerja lapangan yang menerapkan aspek-aspek tersebut. Hal ini dikarenakan terjadinya ketidaksesuaian antara peraturan tentang pengelolaan limbah B3 yang berlaku dengan keadaan di lapangan.

http://www.google.com/limbah_b3/Waste-Minimization.ppt

Freeman, H.M. 1998. *Standard Handbook of Hazardous Waste Treatment and Disposal Second Edition*. McGraw Hill Book Co : United States

Kementrian Lingkungan Hidup. 2006. *Himpunan Peraturan Perundang-undangan di Bidang Pengelolaan Lingkungan Hidup edisi 2006*. KLH

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous. 2003. *Konsep Produksi Bersih Dan Penerapannya Pada Sektor Industri*. http://www.digilip_usu_fisip.ac.id
- _____. 2006. *Limbah sebagai Bahan Baku dan Alternatif Bahan Bakar pada Industri Semen*. <http://www.menlh.go.id/article.php.htm>
- _____. 2006. *Peraturan dan Perundangan Pengelolaan Bahan Berbahaya dan Beracun*. <http://www.b3indo.info/index.php>
- _____. 2006. *Proses Terjadinya Minyak Bumi, Proses Pengeboran Minyak Bumi, Sumber Daya Mineral Dan Energi*. <http://www.yahoo.com/geocities/geografi.html>
- _____. 2006. *Tahun 2006 1,7 Juta Ton Limbah B3 Dimanfaatkan*. <http://www.menlh.go.id.htm>
- _____. 2007. *Kajian Terhadap Semen Sebagai Calon Barang Kena Cukai Dalam Rangka Ekstensifikasi Obyek BKC*. [http://www.beacukai.go.id/Kajian Terhadap Semen.mht](http://www.beacukai.go.id/Kajian_Terhadap_Semen.mht)
- Agustina, Haruki. 2006. *Pengelolaan dan Pengendalian Limbah B3*. http://www.ums.ac.id/16-Pengelolaan_Limbah_B3.pdf
- Bishop, L. Paul. 2000. *Pollution Prevention: Fundamentals and Practice*. McGraw Hill Book Co : Singapore
- Cheremisinoff, Nicholas P. dan Paul N. 2003. *Encyclopedia of Environment and Pollution Control Vol. 3*. Jaico Publishing House : Mumbai
- Dewi, Retno Gumilang. 2007. *Minimisasi Limbah B-3*.