

**STUDI PENGELOLAAN LIMBAH B3 (BAHAN
BERBAHAYA DAN BERACUN) LABORATORIUM
LABORATORIUM DI ITB**

**STUDY OF MANAGEMENT OF HAZARDOUS WASTE
IN THE LABORATORIES OF ITB**

***¹Ari Abdurrakhman Sidik, dan ²Enri Damanhuri**

Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan Institut Teknologi Bandung,
Jl Ganesha 10 Bandung 40132

e-mail : ¹abdurrakhmansidikari@yahoo.com and ²enri.damanhuri@gmail.com

Abstrak: Sistem pengelolaan dan pengolahan limbah B3 (bahan berbahaya dan beracun) di Kampus ITB khususnya di beberapa laboratorium selama beberapa tahun terakhir dapat dikatakan gagal dan belum ada sistem pengelolaan yang baik, terstruktur, sistematis, dan tanpa ada masukan teknologi yang memadai. Tujuan dari penelitian ini adalah mengevaluasi dan memberikan usulan pengelolaan limbah B3 di laboratorium-laboratorium ITB berdasarkan Peraturan Pemerintah No.18 Tahun 1999. Metode yang digunakan adalah wawancara dan menyebarkan kuesioner kepada pihak-pihak laboratorium penghasil limbah B3, selain itu dilakukan juga pengambilan dokumentasi langsung di laboratorium-laboratorium tersebut. Dari metode tersebut dilakukan analisis perhitungan jenis dan jumlah limbah B3 yang dihasilkan. Hasil perhitungan menunjukkan limbah asam yang dihasilkan berjumlah 34,85 kg/minggu, basa 43,91 kg/minggu, solvent 83,91 kg/minggu, infectious waste 0,152 kg/minggu, logam berat 27,47 kg/minggu, dan campuran bahan kimia 267,23 kg/minggu. Melihat jumlah dan jenis-jenis limbah B3 yang dihasilkan upaya pengelolaan pun berbeda untuk setiap jenis limbahnya. Meskipun telah ada upaya minimisasi dari setiap laboratorium, upaya tersebut masih sangat terbatas dan tidak dapat berkelanjutan. Oleh karena itu penelitian ini dibuat untuk membuat usulan pengelolaan yang baru, terpadu, dan cocok dengan jenis limbah B3 yang dihasilkan oleh laboratorium-laboratorium tersebut dan untuk membantu mewujudkan program ITB Eco-Campus yang berkelanjutan. ITB Eco-Campus adalah satu program yang dibuat untuk mewujudkan kampus ITB sebagai kampus yang berwawasan lingkungan.

Kata Kunci: ITB Eco-Campus, limbah B3, laboratorium, pengelolaan, usulan pengelolaan.

Abstract: Hazardous waste management system in particular ITB Campus in several laboratories over the past years can be said failed and there is no proper management system, structured, systematic, and without adequate input technology. The purpose of this study was to evaluate and make suggestions about hazardous waste management in laboratories of ITB based on Peraturan Pemerintah No.18 1999. The methods used were interviews and distributing questionnaires to the parties of laboratories, also making the documentation directly in the laboratories. From the methods, the amount of each type of hazardous waste is calculated. Calculation results show that acid waste generated amounted to 34.85 kg / week, base 43.91 kg / week, solvent 83.91 kg / week, infectious waste 0.152 kg / week, heavy metals 27.47 kg / week, and the mixture chemistry 267.23 kg / week. Looking at the number and types of hazardous waste, management efforts are different for each type of waste. Although there have been attempts minimization of each laboratory, the effort is still very limited and can not be sustained. Therefore, this final task made to create a new integrated management proposals which suitable to the type of hazardous waste produced by these laboratories and to help realize the sustainable ITB Eco-Campus. ITB Eco-Campus is a program which created to realize ITB campus as environmentally sustainable campus.

Key words: hazardous waste, ITB Eco-Campus, laboratory, management, management proposals.

PENDAHULUAN

Pembangunan di bidang industri di satu pihak akan menghasilkan barang yang bermanfaat bagi kesejahteraan hidup rakyat, dan di lain pihak industri itu juga akan menghasilkan limbah. Di antara limbah yang dihasilkan oleh kegiatan industri tersebut terdapat limbah bahan berbahaya beracun (limbah B3). Limbah bahan berbahaya dan beracun, disingkat limbah B3, adalah sisa suatu usaha dan/atau kegiatan yang mengandung bahan berbahaya dan/atau beracun yang karena sifat dan/atau konsentrasinya dan/atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemarkan dan/atau merusakkan lingkungan hidup, dan/atau dapat membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, kelangsungan hidup manusia serta makhluk hidup lain. Untuk menghilangkan atau mengurangi resiko yang dapat ditimbulkan dari limbah B3 yang dihasilkan maka limbah B3 yang telah dihasilkan perlu dikelola secara khusus. Pengelolaan limbah B3 merupakan suatu rangkaian kegiatan yang mencakup penyimpanan, pengumpulan, pemanfaatan, pengangkutan, dan pengolahan limbah B3 termasuk penimbunan hasil pengolahan tersebut. Dalam rangkaian kegiatan tersebut terkait beberapa pihak yang masing-masing merupakan mata rantai dalam pengelolaan limbah B3, yaitu: penghasil Limbah B3, pengumpul Limbah B3, pengangkut Limbah B3, pemanfaat Limbah B3; pengolah Limbah B3, penimbun Limbah B3 (3).

Dalam melakukan pengelolaan limbah B3 perlu diperhatikan hirarki pengelolaan limbah B3 antara lain dengan mengupayakan reduksi pada sumber, pengolahan bahan, substitusi bahan, pengaturan operasi kegiatan, dan digunakannya teknologi bersih. Bilamana masih dihasilkan limbah B3 maka diupayakan pemanfaatan limbah B3 (3).

Sistem pengelolaan limbah B3 di Kampus ITB selama beberapa tahun terakhir dapat dikatakan gagal dan belum ada sistem pengelolaan yang baik, terstruktur, sistematis, dan tanpa ada masukan teknologi yang memadai. Meskipun telah ada upaya minimasi upaya tersebut masih sangat terbatas dan tidak dapat berkelanjutan.

Oleh karena itu, untuk mewujudkan ITB Eco-Campus (kampus yang berwawasan lingkungan), salah satunya perlu diadakan studi pengelolaan dan pembuatan gambaran pengelolaan yang baru khususnya terhadap limbah B3 yang dihasilkan dari laboratorium- laboratorium di Kampus ITB.

METODOLOGI

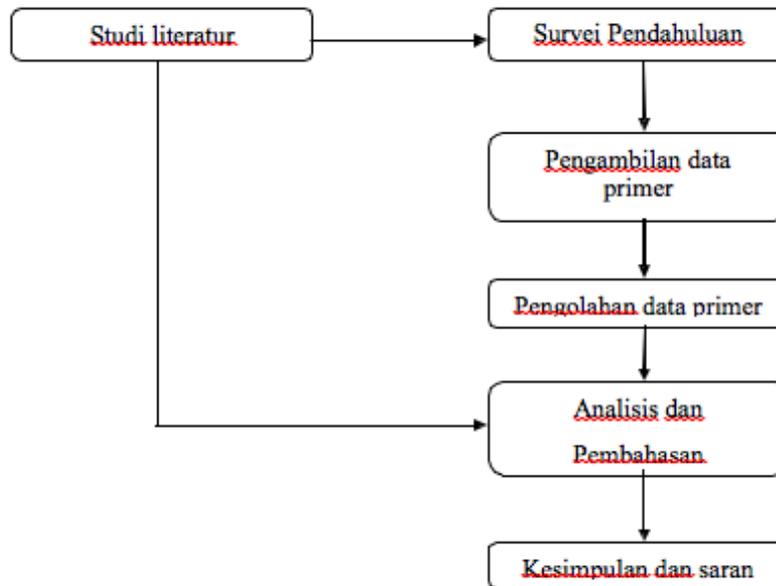
Pelaksanaan tugas akhir berlangsung dari bulan Juli 2011 – Januari 2012. Metodologi yang digunakan terbagi dalam 4 tahapan yaitu survey pendahuluan, pengambilan data, studi literatur, dan analisis di laboratorium.

Survei pendahuluan merupakan pengamatan awal terhadap laboratorium kampus ITB. Kegiatan yang dilakukan pada survey pendahuluan ini berupa identifikasi laboratorium apa saja yang berpotensi menghasilkan limbah B3 di ITB dan dokumentasi kondisi pengelolaan limbah B3 di ITB. Pengambilan data terdiri dari pengumpulan data primer bertujuan untuk memperoleh data yang akan dianalisis dalam penelitian ini. Data primer adalah data yang diperoleh dari kegiatan yang dilakukan secara langsung yaitu wawancara, penyebaran kuesioner, pengukuran, perhitungan, dan analisis laboratorium.

Studi literatur dengan melakukan tinjauan terhadap beberapa sumber pustaka atau literatur yang berhubungan dengan pengelolaan limbah B3.

Analisis dilakukan dengan membahas data-data primer yang berkaitan dengan pengelolaan limbah B3 di ITB antara lain timbulan dan komposisi limbah padat B3, karakteristik limbah B3, investasi dan manajemen pengelolaan limbah B3 di ITB.

Diagram tahapan pengerjaan tugas akhir ini dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Tahapan Pengerjaan Tugas Akhir

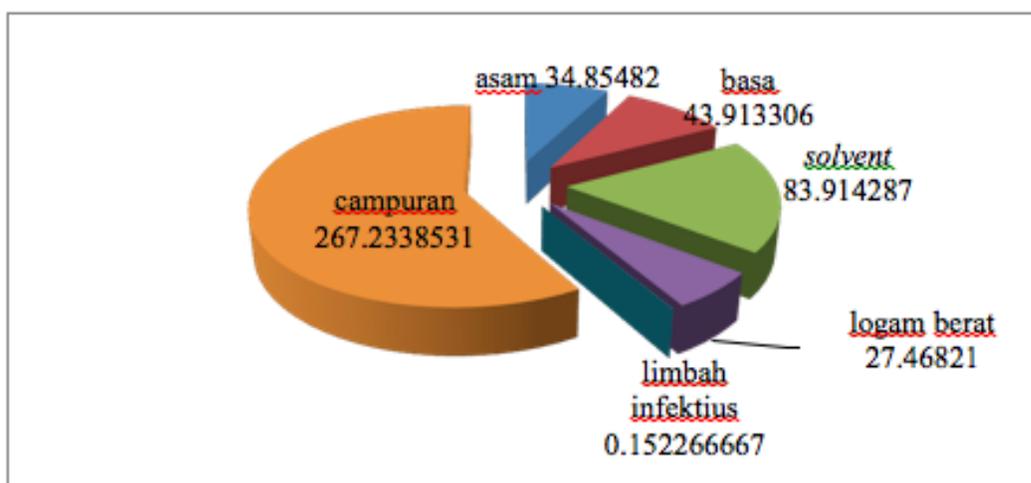
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Timbulan Limbah B3 di ITB

Dari hasil pengamatan, jumlah laboratorium dan studio yang menghasilkan limbah B3 secara rutin yaitu 50 laboratorium dan 6 studio yang berasal dari 15 program studi, yaitu: Teknik Kimia (Lab. Proses Pemisahan dan Pemurnian, Lab. Keselamatan Proses dan Pengendalian Korosi, Lab. Rekayasa Industri Proses, Lab. Termofluida dan Sistem Utilitas, Lab. Metodika Perancangan dan Pengendalian Proses dan Simulasi Proses, Lab. Bioproses, Lab. Teknik Reaksi Kimia dan Katalisis, dan Lab. Teknologi Instruksional Teknik Kimia), Teknik Fisika (Lab. Proses Material (*Advanced Material Processing*)), Teknik Metalurgi (Lab. Analisis Batubara dan Bahan Galian, Lab. Metalurgi Fisika, Lab. Hidrometalurgi, Lab. Pirometalurgi, dan Lab. Metalurgi Proses dan Korosi), Teknik Perminyakan (Lab. Pemboran dan Lab. Analisa Fluida Reservoir), Teknik Geologi (Lab. Sedimentografi dan Stratigrafi), Teknik Material (Lab. Metalurgi dan Teknik Material, dan Lab. Komposit), Teknik Penerbangan (Lab. Struktur Ringan, Lab. Getaran, Lab. Aero, Lab. Energi Surya), Teknik Mesin (Lab. Motor Bakar dan Sistem Propulsi, Lab. Teknik Produksi, Lab. Otomasi Manufaktur, Lab. Mekanik dan Konstruksi Mesin), Kriya (Studio Kriya Tekstil dan Studio Kriya Keramik), Seni Rupa (Studio Seni Patung, Studio Seni Lukis, Studio Seni Grafis dan Studio Seni Keramik), Teknik Elektro (Lab. Devais dan Pemesosan IC), Kimia (Lab. Kimia Dasar, Lab. Kimia Analitik, Lab. Biokimia, Lab. Kimia Anorganik, Lab. Kimia Organik, Lab. Kimia Fisik, dan Lab. Kimia BSC-A), Farmasi (KK Farmakologi - Farmasi Klinik: Laboratorium Farmakologi, Laboratorium Kemoterapi, Laboratorium Anatomi dan Fisiologi Manusia, dan Laboratorium

Perhewan. KK Farmakokimia: Laboratorium Kimia Farmasi dan Laboratorium Fisikokimia. KK Farmasetika: Laboratorium Instrumen dan Laboratorium Teknologi Farmasi Likuida Semisolida. KK Biologi Farmasi: Laboratorium Botani Farmasi, Laboratorium Farmasi Bahan Alam, Laboratorium Farmakognosi, Laboratorium Produksi Bahan Alam, Laboratorium Bioteknologi Tumbuhan), Biologi dan Mikrobiologi (Lab.Toksikologi , Lab. Entomologi, Lab.Transformasi dan Mikropropagasi (Biologi Sel dan Molekuler), Lab. Bioproses (Fisiologi Tumbuhan), Lab.Perkembangan Hewan dan Tumbuhan, Lab. Genetika Hewan, Lab. Genetika Mikroba, Lab. Genetika Tumbuhan, Lab. Mikrobiologi I, dan Lab. Mikrobiologi II), Teknik Lingkungan (Lab. Kualitas Air, Lab. Mikrobiologi Lingkungan, dan Lab. B3).

Limbah B3 yang dihasilkan di laboratorium-laboratorium ITB setiap minggunya adalah 457,54 kg. Dengan jumlah pemakai 3944 orang per minggu, didapat rata-rata setiap orang menghasilkan limbah B3 0,116 kg/minggu. Komposisi limbah B3 yang dihasilkan oleh laboratorium-laboratorium di ITB dapat dilihat pada **Gambar 2**.



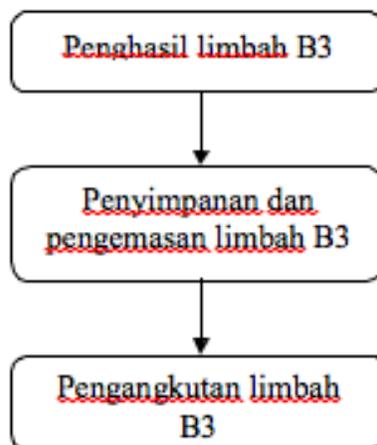
Gambar 2. Kategori dan jumlah limbah B3 yang dihasilkan dalam kg/minggu

Jenis limbah bahan kimia B3 yang dihasilkan berupa limbah asam, basa, *solvent*, logam berat, dan campuran bahan kimia. *Solvent* yang dihasilkan berupa pelarut *halogenated solvent* (toluena), *non-halogenated solvent* (benzena, fenol), dan pelarut organik lainnya (2,4). Dari kelima jenis limbah tersebut yang paling dominan di ITB yaitu berupa campuran bahan kimia, limbah tersebut paling banyak dihasilkan di Program Studi Kimia.

Evaluasi Pengelolaan Limbah B3 Laboratorium-Laboratorium di ITB

Belum adanya keputusan dari pihak ITB untuk mengelola limbah B3 secara terpusat membuat pengelolaan limbah B3 dilakukan sendiri oleh masing-masing pihak laboratorium dan studio penghasil limbah B3 tersebut. Hal inilah yang membuat perbedaan dalam alur pengelolaan limbah B3 di setiap laboratorium dan studio.

Secara umum, laboratorium penghasil limbah B3 memiliki alur pengelolaan limbah seperti ditunjukkan pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Alur pengelolaan limbah B3 di laboratorium ITB secara umum

Sebagian penghasil limbah B3 bahkan tidak menggunakan jasa pengangkut, dan limbahnya hanya disimpan di daerah sekitar (**Gambar 4** kanan) atau bahkan ada yang di luar laboratorium (**Gambar 4** kiri dan **Gambar 5**).



Gambar 4. Contoh penyimpanan limbah B3 di Pogram Studi Sekolah Farmasi (kiri) dan Kimia (kanan)

Laboratorium-laboratorium di ITB sebagai penghasil limbah B3 masih banyak yang belum melakukan inventarisasi limbah yang dihasilkan secara berkala. Hanya 23 dari 56 laboratorium penghasil limbah B3 di ITB yang sedikitnya setiap enam bulan sekali sudah melakukan inventarisasi. Tidak mencapai 50% dari jumlah laboratorium penghasil limbah B3 yang melakukan inventarisasi, padahal itu sangat penting untuk bahan evaluasi untuk penetapan kebijaksanaan dalam pengelolaan limbah B3. Selain itu masih ada beberapa laboratorium di ITB yang menyimpan limbahnya lebih dari 90 hari, seperti kasus di laboratorium-laboratorium di Sekolah Farmasi (**Gambar 4**) dan Lab. Devais dan Pemrosesan IC di Teknik Elektro (**Gambar 5**). Hal ini disebabkan belum adanya kebijakan lebih lanjut dari pihak ITB mengenai upaya pengelolaan limbah B3 yang berkelanjutan.

Penyimpanan limbah B3 di beberapa laboratorium banyak yang menyimpan limbah B3 di daerah terbuka, rawan banjir. Selain itu ada beberapa laboratorium yang penyimpanannya tidak sesuai dengan rencana tata ruang. Hal tersebut dapat dilihat dari tata letak penyimpanan limbah B3 yang masih tidak teratur.



Gambar 5. Contoh penyimpanan limbah B3 di Laboratorium Devais dan Pemrosesan IC

Pewadahan limbah B3 yang dilakukan di setiap laboratorium dapat dikatakan cukup baik. Rata-rata setiap laboratorium memiliki tempat seperti jerigen khusus untuk menyimpan limbah B3. Namun, dari segi pengemasan, semua laboratorium tidak memiliki label/symbol khusus yang menunjukkan karakteristik limbah B3 untuk pengemasan limbah B3. Label/symbol yang diberikan hanya berisi nama limbah bahan kimia atau jenis bahan kimia, tidak menunjukkan karakteristik atau tingkat bahaya dari limbah tersebut.



Gambar 6. Contoh pewadahan limbah B3 di Lab. Proses Pemisahan dan Pemurnian (kiri) dan Lab. Keselamatan Proses dan Pengendalian Korosi (kanan)

Pengangkutan limbah B3 dilakukan oleh pihak pengolah yang berasal dari luar ITB, yang dilakukan pun masih belum bagus dan tidak sesuai PP No.18 1999, hal itu dapat dibuktikan dengan masih banyaknya laboratorium yang tidak menyerahkan atau bahkan tidak membuat dokumen limbah B3. Pengangkutan yang tidak diikuti dengan penyerahan dokumen limbah B3 dari pihak laboratorium menunjukkan bahwa sistem pengangkutan limbah B3 masih tidak teratur. Hal ini dapat menyebabkan penempatan limbah B3 saat pengangkutan tersimpan tidak teratur, dan apabila zat mengalami tumpahan dampak memicu terjadinya ledakan atau timbul gas beracun.

Analisis Usulan Pengelolaan Limbah B3

Melihat kondisi pengelolaan limbah B3 di ITB yang masih belum sesuai dengan standar PP No.18 tahun 1999, penulis mengusulkan konsep yang baru. Konsep yang akan diterapkan yaitu

dengan membuat sistem pengelolaan limbah B3 terpadu dilengkapi dengan bangunan tempat khusus di luar area kampus ITB tepatnya di lahan kosong sebelah barat laut SABUGA sebagai tempat pengumpul dan sekaligus sebagai tempat dilakukannya *pre-treatment* limbah B3 yang dihasilkan oleh laboratorium-laboratorium di ITB, dengan alur pengelolaan limbah sebagai berikut (**Gambar 7**).



Gambar 7. Alur usulan pengelolaan limbah B3

Berikut ini adalah penjelasan dari setiap tahapan dari konsep diatas:

1) Penghasil limbah

Kegiatan praktikum atau analisis rutin di laboratorium menghasilkan limbah bahan kimia B3. Sebagai penghasil limbah B3, setiap laboratorium harus melakukan inventarisasi jumlah limbah B3 yang dihasilkan berupa pembuatan catatan tentang (3):

- jenis, karakteristik, jumlah dan waktu dihasilkannya limbah B3;
- jenis, karakteristik, jumlah dan waktu penyerahan limbah B3;
- nama pengangkut limbah B3 yang melaksanakan pengiriman kepada pengumpul atau pemanfaat atau pengolah atau penimbun limbah B3.

Pencatatan ini wajib dilakukan pihak laboratorium sedikitnya enam bulan sekali kepada instansi yang bertanggung jawab (ITB) dengan tembusan kepada instansi yang terkait dan Bupati/Walikota Kepala Daerah Tingkat II yang bersangkutan. Hal ini dilakukan sebagai bahan evaluasi dalam rangka penetapan kebijaksanaan dalam pengelolaan limbah B3. Pihak laboratorium yang telah melakukan usaha pengelolaan reduksi limbah B3 tetap dapat melaksanakan usaha tersebut namun dengan melakukan beberapa perbaikan.

2) Penyimpanan dan pengemasan limbah.

Penyimpanan limbah B3 laboratorium harus memenuhi syarat :

- Lokasi tempat penyimpanan bebas banjir, tidak di tempat rawan bencana (seperti gempa dan kebakaran), di luar kawasan lindung serta sesuai dengan rencana tata ruang;
- Rancangan bangunan disesuaikan dengan jumlah, karakteristik limbah B3 dan upaya pengendalian pencemaran lingkungan.

Untuk penyimpanan limbah B3 sebelum ke tahap pengangkutan, pihak laboratorium perlu mengusahakan adanya ruangan baru atau paling tidak diusahakan pengaturan tata ruang laboratorium agar dapat dijadikan tempat penyimpanan limbah B3 sementara hingga tiba waktu pengangkutan. Pada tahapan penyimpanan, pihak laboratorium dapat menyediakan lemari atau rak tambahan khusus untuk penyimpanan limbah B3.

Untuk pengemasan limbah B3, hendaknya disesuaikan dengan karakteristik limbah B3, yang biasa digunakan yaitu jerigen plastik. Oleh karena itu, untuk keperluan pengemasan limbah B3 yang dihasilkan, pihak laboratorium harus memiliki tambahan jerigen plastik sebagai wadah khusus untuk limbah B3. Setiap kemasan limbah B3 wajib diberi simbol dan label yang menunjukkan karakteristik dan jenis limbah B3, dan apabila ada ketentuan lebih lanjut mengenai simbol dan label limbah B3 ditetapkan oleh pihak ITB yang bertanggung jawab

3) Pengangkutan.

Penyerahan limbah B3 dari pihak setiap laboratorium di ITB kepada pengangkut harus disertai dokumen limbah B3. Ketentuan mengenai dokumen limbah B3 ditetapkan dari pihak ITB yang bertanggung jawab. Pengangkutan limbah B3 dari laboratorium harus dengan alat angkut khusus yang memenuhi persyaratan dengan tata cara pengangkutan yang ditetapkan berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

4) Bangunan pengumpul (lokasi pre-treatment).

Untuk mendukung kegiatan pengumpulan, hendaknya bangunan pengumpul memenuhi beberapa persyaratan, yaitu (3):

- Memiliki konstruksi bangunan kedap air dan bahan bangunan yang disesuaikan dengan karakteristik limbah B3 dari laboratorium-laboratorium ITB.
- Lokasi bangunan bebas banjir.
- Untuk pre-treatment, bangunan pengumpul harus memiliki atau merangkap fungsi sebagai laboratorium untuk meneliti karakteristik limbah B3 kecuali untuk toksikologi.
- Di dalamnya terdapat perlengkapan untuk penanggulangan terjadinya kecelakaan.
- Di dalam bangunan inilah dilakukan pre-treatment untuk setiap kategori limbah B3:
 - i. Asam dan basa, dapat dilakukan dengan pengenceran dengan air. Pengenceran yaitu berkurangnya rasio zat terlarut di dalam larutan akibat penambahan pelarut (5,6).
 - ii. Campuran bahan kimia dapat dikelola dengan cara pengendapan dan pengenceran. Campuran dibiarkan beberapa saat hingga terdapat dua fasa yaitu zat cair dan endapan. Endapan yang dihasilkan disimpan dalam jerigen terpisah, sedangkan zat cairnya diukur pH-nya lalu diencerkan.
 - iii. Solvent dapat dilakukan dengan destilasi. Destilasi merupakan teknik pemisahan yang didasari atas perbedaan perbedaan titik dididik atau titik cair dari masing-masing zat penyusun dari campuran homogen (1,5,6).
 - iv. Limbah infeksius cukup ditempatkan dalam wadah tertutup dan terpisah dari bahan kimia yang lain.

Daerah lahan kosong sebelah barat laut SABUGA sangat cocok untuk dibangun bangunan pengumpul dan *pre-treatment* limbah B3 karena kondisi tempatnya yang terdapat banyak tanaman hijau dan bebas banjir. Pihak pengumpul limbah B3 wajib melakukan inventarisasi dengan membuat catatan tentang (3):

- a. jenis, karakteristik, jumlah dan waktu diterimanya limbah B3 dari setiap laboratorium penghasil limbah B3;
- b. jenis, karakteristik, jumlah dan waktu penyerahan limbah B3 kepada pemanfaat dan/atau pengolah dan/atau penimbun limbah;

- c. nama pengangkut limbah B3 yang melaksanakan pengiriman kepada pemanfaat dan/atau pengolah dan/atau penimbun limbah B3.

Pihak pengumpul limbah B3 ITB ini harus menyampaikan pendataan di atas sekurang-kurangnya sekali dalam enam bulan kepada instansi yang bertanggung jawab dengan tembusan instansi yang terkait dan Bupati/Walikota Kepala Daerah Tingkat II yang bersangkutan. Hal ini dilakukan sebagai bahan evaluasi dalam rangka penetapan kebijaksanaan dalam pengelolaan limbah B3.

KESIMPULAN

Laboratorium dan studio di ITB yang menghasilkan limbah bahan kimia B3 secara rutin berjumlah 50 laboratorium dan 6 studio. Jumlah pemakai laboratorium dan studio yang dapat menghasilkan limbah B3 di ITB setiap minggunya berjumlah 3944 orang/minggu. Limbah yang dihasilkan di ITB setiap minggunya adalah 457,54 kg. Dengan jumlah pemakai 3944 orang per minggu, didapat rata-rata setiap orang menghasilkan limbah B3 0,116 kg/minggu.

Jenis limbah bahan kimia B3 yang dihasilkan berupa limbah asam, basa, *solvent*, logam berat, dan campuran bahan kimia. Laboratorium di ITB yang rutin menghasilkan limbah B3 ada yang sudah melakukan pengelolaan limbah B3, beberapa laboratorium sudah ada yang melakukan upaya reduksi, memiliki SOP dan/atau dokumen pengelolaan, bahkan ada yang sudah mengolah limbah B3 yang dihasilkan. Namun, pengelolaan limbah B3 yang mereka lakukan tidak berdasarkan Peraturan Pemerintah No.18 tahun 1999 yang menjadi pedoman pengelolaan dan pengolahan limbah B3 di Indonesia. Oleh karena itu untuk memperbaiki pengelolaan limbah yang ada diperlukan usulan pengelolaan limbah B3 yang baru yang berdasar pada Peraturan Pemerintah No.18 tahun 1999 untuk mewujudkan ITB Eco-Campus (kampus yang berwawasan lingkungan).

Daftar Pustaka

- Freeman, Harry. M., Standard Handbook of Hazardous Waste Treatment and Disposal; 1989
LaGrega, Michael. D., Philip. L. Buckingham, Jeffrey. C. Evans, Hazardous Waste Management; 1994
PP No.18 tahun 1999
Watts, Richard. J. ,Hazardous Waste : Sources, Pathways, Receptors; 1998
Wentz, Charles. A., Hazardous Waste Management; 1989
www.chem-is-try.org (diakses tanggal 25-01-12)