

KAJIAN SISTEM PENGELOLAAN LIMBAH BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN (B3) KEGIATAN PENDIDIKAN DI KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER (ITS)

STUDY OF HAZARDOUS AND TOXIC WASTE MANAGEMENT SYSTEM FROM EDUCATIONAL ACTIVITIES AT SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY (ITS)

Susi Wilujeng^{1*)}, IDAA Warmadewanthi²⁾, Arseto Bagastyo³⁾, Mohammad Setyo Puji Raharjo⁴⁾

Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Kompleks Kampus ITS, Sukolilo, Surabaya, 60111

^{*)}E-mail: wilujeng@enviro.its.ac.id

Abstrak

Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) memiliki memiliki total 54 laboratorium yang tersebar di empat fakultas dan laboratorium Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRPM) ITS. Semua laboratorium aktif digunakan untuk kegiatan praktikum maupun menunjang penelitian. Kegiatan tersebut tentunya menghasilkan limbah. Limbah yang dihasilkan dari kegiatan di laboratoium dikategorikan sebagai limbah B3 yang dalam pengelolaannya memiliki ketentuan khusus. Saat ini, masing-masing laboratorium sudah memiliki sistem pewadahan untuk limbah-nya, akan tetapi belum semuanya memenuhi standar dan persyaratan sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Beberapa departemen di ITS sudah memiliki IPAL khusus untuk limbah laboratorium akan tetapi belum beroperasi dengan baik.

Selain limbah dari kegiatan laboratorium, ITS juga menghasilkan limbah B3 jenis sampah spesifik. Limbah tersebut dihasilkan dari kegiatan perkantoran dan kegiatan kemahasiswaan. Timbulan sampah spesifik di ITS diantaranya adalah berasal dari sampah elektronik dan sampah yang mengandung limbah B3 seperti lampu, catridge printer, baterai, dan bekas kemasan yang mengandung limbah B3.

Penelitian ini adalah penelitian kebijakan yang hasil akhirnya adalah Desain perencanaan TPS limbah B3 disesuaikan dengan kebutuhan dan kapasitas limbah B3 yang dihasilkan pada unit-unit terkait agar dapat menampung limbah B3 dengan jumlah yang sesuai. Perencanaan TPS limbah B3 juga dilengkapi dengan fasilitas-fasilitas tertentu, seperti melakukan standarisasi kemasan/ container yang aman untuk berbagai karakteristik limbah B3, rak penyimpanan kemaan limbah laboratorium, system monitoring, SOP (*Standard Operating Procedure*), penyediaan label dan simbol seseuai dengan karakteristik limbah, ventilasi yang baik, saluran pengumpul tumpahan, serta sarana pendukung K3 (kotak APD, kotak P3K, emergency eye wash, emergency body wash, APAR).

Kata kunci: limbah B3, limbah laboratorium, pengelolaan limbah, perencanaan TPS, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Abstract

Sepuluh Nopember Institute of Technology (ITS) has a total of 54 laboratories spread across four faculties and the Directorate of Research and Community Service of ITS (DRPM) laboratory. All laboratories are actively used for experiments and research. These activities certainly produce waste. Waste generated from activities in the laboratory is categorized as hazardous and toxic waste which in its management has

special provisions. Currently, each laboratory already has a storage system for its waste, but not all of them meet the standards and requirements in accordance with the applicable laws and regulations. Several departments at ITS already have special WWTPs for laboratory waste but have not operated properly.

In addition to waste from laboratory activities, ITS also produces specific types of hazardous waste. The waste is generated from office activities and student activities. Specific waste generation at ITS includes electronic waste and waste containing hazardous waste such as lamps, printer cartridges, batteries, and used packaging containing B3 waste.

This research aims to support policy making which final result is the design of hazardous and toxic waste transfer station according to the needs and the amount of waste generated by each unit. The design is also equipped with certain facilities, such as standardizing safe packaging/containers for various characteristics of hazardous and toxic waste, laboratory waste safety storage racks, monitoring system, SOP (Standard Operating Procedure), providing labels and symbols according to waste characteristics, good ventilation, spill collection channels, as well as HSE support facilities (PPE box, first aid kit, emergency eye wash, emergency body wash, fire extinguisher).

Keywords: hazardous waste, laboratory waste, waste management, transfer station design, Sepuluh Nopember Institute of Technology (ITS)

1. PENDAHULUAN

Kegiatan laboratorium menghasilkan limbah baik yang cair maupun padat. Sifat dari limbah laboratorium sangat bervariasi, dapat bersifat mudah terbakar, reaktif, korosif, iritatif, mudah meledak, mudah teroksidasi, dan berbahaya untuk lingkungan. Unit di ITS juga menghasilkan limbah elektronik yang dihasilkan dari kegiatan perkantoran/pendidikan yang meliputi kelas, kantor, ruang sidang, laboratorium, bengkel dan fasilitas departemen lainnya, yang mengandung logam berat. Kedua limbah tersebut diklasifikasikan sebagai limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3), yang memerlukan pengelolaan khusus, yang saat ini belum dilaksanakan di Kampus ITS. Sesusai dengan UU no.1 Tahun 1970 pasal 4 tentang syarat-syarat keselamatan kerja dalam perencanaan, pembuatan, pengangkutan, peredaran, perdagangan, pemasangan, pemakaian, penggunaan, pemeliharaan dan penyimpanan bahan, barang, produk teknis dan aparat produksi yang mengandung dan dapat menimbulkan bahaya kecelakaan. Dengan demikian, penyusunan standar

pengelolaan limbah B3 dan perancangan Tempat Penyimpanan Sementara (TPS) limbah B3 ini sangat diperlukan, guna melindungi seluruh civitas akademika ITS dari potensi bahaya kecelakaan kerja, maupun bencana lain yang timbul dari kegiatan laboratorium.

Penelitian ini bertujuan menganalisis kondisi eksisting terkait pengelolaan limbah bahan beracun dan berbahaya (B3) dari kegiatan pendidikan/perkantoran di kampus ITS, mendapatkan rekomendasi pengelolaan limbah B3 di ITS yang sesuai dengan peraturan perundang-undangan serta merancang tempat penyimpanan sementara (TPS) limbah B3 di ITS sesuai dengan persyaratan yang berlaku.

2. METODA

Pengambilan data timbulan limbah B3 didapatkan dari hasil studi yang dilakukan beserta kuisisioner yang disebar pada beberapa departemen di ITS untuk dapat menentukan kapasitas maupun fasilitas yang dibutuhkan dalam perencanaan TPS limbah B3 maupun limbah elektronik ITS. Pemahaman dari semua pihak di ITS terkait pengelolaan limbah B3 dilakukan dengan metode *Focus Group Discussion* (FGD). Penyusunan *Draft* skema pengelolaan limbah B3 dapat meliputi

pewadahan, pelabelan, pengumpulan, dan penyimpanan limbah B3 sesuai dengan peraturan yang berlaku. Pembuatan skema dapat merujuk pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. Desain perencanaan TPS limbah B3 disesuaikan dengan kebutuhan dan kapasitas limbah B3 yang dihasilkan pada unit-unit terkait agar dapat menampung limbah B3 dengan jumlah yang sesuai. Perencanaan TPS limbah B3 juga dilengkapi dengan fasilitas-fasilitas tertentu, seperti melakukan standarisasi kemasan/container yang aman untuk berbagai karakteristik limbah B3, rak penyimpanan limbah B3, SOP (*Standard Operating Procedure*), penyediaan label dan simbol sesuaikan dengan karakteristik limbah, ventilasi yang baik, saluran pengumpul tumpahan, serta sarana pendukung K3 (kotak APD, kotak P3K, emergency eye wash, emergency body wash, APAR). Dilakukan perbaikan tempat penyimpanan sementara limbah laboratorium di dua departemen yang saat ini belum memenuhi syarat dengan penyediaan sarana yang diperlukan.

3. HASIL PENELITIAN

A. Limbah Laboratorium ITS

Kegiatan yang dilakukan di laboratorium ITS meliputi kegiatan praktikum dan penelitian oleh mahasiswa dan dosen. Beberapa laboratorium di ITS juga digunakan sebagai laboratorium pelayanan umum. ITS memiliki total 54 laboratorium yang tersebar di empat fakultas dan laboratorium Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRPM) ITS.

Limbah yang dihasilkan dari kegiatan laboratorium di Kampus ITS didominasi oleh limbah laboratorium cair dari kegiatan praktikum dan penelitian. Selain itu juga terdapat limbah bahan kimia kadaluwarsa, serta limbah padat yang dihasilkan dari kegiatan laboratorium yang meliputi sarung tangan, masker dan tisu yang terkontaminasi reagen yang bersifat asam kuat, basa kuat, dan beracun. Berdasarkan penelitian Ciptaningayu (2017), nilai laju timbulan limbah laboratorium di ITS adalah seperti yang tercantum dalam Tabel 1. Perhitungan laju timbulan limbah B3 dilakukan setiap hari selama enam hari di beberapa Departemen ITS, yaitu Departemen Kimia, Biologi, Teknik Kimia, Teknik Material dan Metalurgi, serta Teknik Lingkungan. Nilai hasil perhitungan survei laju timbulan limbah laboratorium dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Timbulan Limbah Laboratorium di Beberapa Departemen ITS

No	Jenis Limbah	Departemen					Total	Satuan
		Kimia	Biologi	Teknik Kimia	Teknik Material dan Metalurgi	Teknik Lingkungan		
A	Limbah Cair							
1	Asam	110	40	400	30	1020	1600	ml/hari
2	Basa	40	70	4770	10	10	4900	ml/hari

No	Jenis Limbah	Departemen					Total	Satuan
		Kimia	Biologi	Teknik Kimia	Teknik Material dan Metalurgi	Teknik Lingkungan		
3	Beracun Organik	180	130	80	610	200	1200	ml/hari
4	Logam Berat	1060	80	850	0	1310	3300	ml/hari
Total Limbah cair		1390	320	6100	650	2540	11000	ml/hari
B	Limbah B3 Padat	130	480	130	50	110	900	g/hari
C	Bahan Kimia Kadaluwarsa Padat	2500	3400	6800	100	16700	29500	g/semester
D	Bahan Kimia Kadaluwarsa Cair	6850	770	500	5300	0	13420	ml/semester

Sumber: Ciptaningayu, 2017

Berdasarkan penelitian tersebut total timbulan limbah cair laboratorium adalah sebesar 11 L/hari. Jika dimisalkan dalam satu semester terdapat 15 minggu dengan 5 hari kerja, maka timbulan limbah cair laboratorium ITS adalah sebesar 880 L/semester. Sedangkan timbulan limbah laboratorium padat adalah sebesar 0,9 kg/hari. Timbulan limbah laboratorium padat ini setara dengan 72 kg/semester. Limbah B3 bahan kimia kadaluwarsa terdiri dari bahan kimia kadaluwarsa padat sebesar 29,5 kg/semester dan bahan kimia kadaluwarsa cair sebesar 13,4 L/semester.

1. Kegiatan Pewadahan/Pengemasan dan Penyimpanan Limbah Laboratorium

Berdasarkan PermenLH Nomor 12 Tahun 2020 tentang Penyimpanan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, dijelaskan bahwa pengemasan limbah B3 merupakan cara menempatkan atau mewedahi limbah B3 agar mudah dalam melakukan penyimpanan dan/atau pengumpulan dan/atau pengangkutan limbah B3

sehingga aman bagi lingkungan hidup dan kesehatan manusia. Limbah cair B3 laboratorium dikemas menggunakan jerigen-jerigen berukuran bervariasi antara 10 L - 30 L. Berikut merupakan hasil pengamatan dari kegiatan pengemasan dan penyimpanan limbah B3 laboratorium di beberapa laboratorium/departemen ITS, diantaranya:

a. Limbah Laboratorium Kimia Fundamenal dan Laboratorium Biologi Botani

Limbah cair laboratorium dari Laboratorium Kimia Fundamenal dan Laboratorium Biologi Botani dikemas menggunakan jerigen berukuran 10 L – 20 L. Belum dilakukan pemisahan limbah berdasarkan jenis dan karakteristik limbah cair di laboraorium tersebut, selain itu pada wadah kemasan limbah laboratorium juga belum diberi simbol dan label. Jerigen berisi limbah cair laboratorium diletakkan di dalam laboratorium, dimana beberapa jerigen-jerigen tersebut dalam keadaan terbuka tanpa penutup. Gambar kondisi pengemasan dan penyimpanan di Laboratorium Kimia Fundamenal dan Laboratorium Biologi Botani dapat dilihat pada Gambar 1.



(a) Kimia/Fundamental (b) Biologi/Botani

Gambar 1: Pengemasan dan Penyimpanan Limbah Laboratorium Kimia Fundamental dan Laboratorium Biologi/Botani

b. Limbah Laboratorium Teknik Lingkungan

Pengemasan limbah B3 di Teknik Lingkungan adalah menggunakan jerrigen HDPE ukuran 20 L, dan sebagian besar limbah cair laboratorium sudah dilengkapi dengan simbol dan label sesuai dengan karakteristik limbah B3. Pewadahan ini sudah dilaksanakan sejak 2014, namun limbah B3 masih belum dikelola dan hanya disimpan di dalam laboratorium. Limbah B3 di Teknik lingkungan baru dikerjasamakan dengan pihak ketiga untuk diangkut pada tahun 2020. Gambar kondisi pengemasan dan penyimpanan di Departemen Teknik Lingkungan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 3: Pengemasan dan Penyimpanan Limbah Laboratorium Teknik Lingkungan

c. Limbah Laboratorium Teknik Kimia

Limbah laboratorium dari Departemen Teknik Kimia disimpan menggunakan jerrigen-jerrigen dengan ukuran yang bervariasi antara 15 L - 20 L. Pada pengemasan limbah laboratorium di Teknik Kimia hanya sebagian wadah kemasan yang diberi simbol maupun label. Peletakan limbah laboratorium masih dilakukan sembarangan, terdapat limbah laboratorium yang diletakkan di area terbuka dan tanpa pengamanan. Departemen Teknik Kimia memiliki Tempat Penyimpanan Sementara (TPS) khusus limbah laboratorium. Limbah laboratorium yang sudah dikemas disimpan di dalam TPS khusus limbah laboratorium untuk selanjutnya diangkut oleh pihak ketiga setiap enam bulan sekali.

Limbah padat dari hasil kegiatan laboratorium dibuang ke tempat sampah yang ada di laboratorium, yang terkadang bercampur dengan sampah domestik. Limbah padat merupakan limbah bekas kemasan bahan kimia dan limbah dari hasil sisa kegiatan laboratorium berupa sarung tangan bekas pakai, masker bekas pakai, serta kertas tisu yang terkontaminasi bahan kimia yang bersifat B3.

Limbah laboratorium dari kegiatan praktikum dan penelitian di ITS masih banyak yang belum memenuhi standar. Masih terdapat limbah laboratorium yang belum dipisahkan sesuai dengan jenis dan karakteristik limbah-nya. Kegiatan pelabelan serta pemberian simbol pada wadah penampung limbah laboratorium juga masih belum dilakukan oleh semua departemen ITS.

Berdasarkan PP 101 Tahun 2014, pengemasan harus dilakukan menggunakan kemasan yang terbuat dari bahan yang sesuai dengan limbah B3 yang akan disimpan. Kemasan harus dapat mengungkung limbah B3 untuk tetap berada dalam kemasan dan memiliki penutup yang kuat.

Penutup tersebut menjaga agar tidak terjadi tumpahan saat dilakukan penyimpanan, pemindahan, dan atau pengangkutan. Kemasan juga harus dalam kondisi yang baik, tidak berkarat, tidak rusak, dan tidak bocor. Simbol limbah B3 adalah gambar yang menunjukkan karakteristik limbah B3. Label limbah B3 adalah keterangan mengenai limbah B3 yang berbentuk tulisan yang berisi informasi tentang limbah B3, penghasil dan alamatnya, waktu dilakukannya pengemasan, jumlah, serta karakteristik limbah B3. Tata cara penyimpanan limbah B3 tercantum dalam Permen LH Nomor 12 tahun 2020 tentang Penyimpanan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. Sedangkan tata cara pemberian simbol dan label tercantum dalam PermenLH Nomor 14 Tahun 2013 tentang Tata cara pemberian simbol dan pelabelan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.

Kegiatan penyimpanan di beberapa laboratorium/departemen belum sesuai dengan PP 101 Tahun 2014 tentang pengelolaan limbah B3 laboratorium. Dalam PP tersebut dinyatakan bahwa penyimpanan paling lama dilakukan selama 180 hari untuk limbah B3 kategori 1, sedangkan di ITS beberapa laboratorium masih menyimpan limbah B3 laboratorium lebih dari 180 hari bahkan ada yang bertahun-tahun.

2. Kegiatan Pengolahan Limbah Laboratorium

Sebagian limbah laboratorium di Kampus ITS diolah di IPAL Kimia. Pengolahan limbah ini terletak pada bagian belakang Departemen Kimia. Berdasarkan dokumen

perencanaan IPAL (2005), IPAL Kimia didesain untuk menampung limbah cair yang berasal dari laboratorium-laboratorium Departemen Kimia ITS.

Laboratorium-laboratorium tersebut didesain menghasilkan air limbah sebanyak 28 m³/hari ditambah dengan faktor puncak 25% sehingga kapasitasnya sebesar 35 m³/hari. Air limbah yang dihasilkan dari laboratorium ini adalah sebagai berikut:

- a. Limbah Encer (Umum)
- b. Limbah Pekat (Asam/Basa Pekat)
- c. Limbah Oksidator / Reduktor
- d. Limbah Organik (*Solvents*, dsb)

Konsep pengelolaan yang akan dilakukan untuk limbah cair di IPAL Kimia ini adalah sebagai berikut:

1. Limbah Encer, akan diolah dengan menggunakan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) yang baru setelah sebelumnya ditampung dalam Bak Penampung Limbah yang lama.
2. Sedangkan ketiga jenis limbah lainnya (Limbah Pekat, Limbah Oksidator, dan Limbah Organik) diatas tidak masuk ke dalam IPAL yang baru karena akan dilakukan pengelolaan secara terpisah. Ketiga limbah pekat tersebut ditampung dalam jerigen-jerigen khusus untuk selanjutnya dibuang ke Bak Penampung Limbah yang lama secara manual.

Alternatif pengolahan untuk IPAL Kimia terdiri dari bangunan sebagai berikut:

- a. Tangki Penyeimbang (*Balancing Tank*, BT), yang sekaligus berfungsi sebagai tanki pemisah padatan maupun minyak dan lemak (*oil dan grease*) yang dalam hal ini telah disediakan dalam (Bak Limbah Encer) pada Bak Penampung Limbah yang lama. Fungsi utama dari *Balancing Tank* adalah sebagai penerima air limbah yang

secara kuantitas maupun kualitas berfluktuasi dalam waktu sekitar 8 jam operasional.

- b. *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)* yang dikombinasikan dengan *Aerobic Biofilter (ABF)*, sebagai unit pengolah utama yang menghilangkan pencemar dari limbah encer laboratorium.

Reaktor pengolahan anaerobik dipakai untuk mengatasi fluktuasi beban organik. Selain itu sangat mudah untuk pengoperasian dan pemeliharannya. Kualitas effluent karena masih rendah, maka perlu dikombinasi dengan reaktor aerobik agar kualitas efluennya relatif lebih baik dan stabil. Kriteria utama perhitungan dimensi adalah terletak pada:

- Ketentuan Beban Organik (*Organic Loading Rate*)
- Ketentuan Waktu Tinggal (*Hydraulic Loading Rate*)

- c. *Effluent Garden (EG)*, yang berfungsi sebagai tempat perembasan air hasil pengolahan yang ditanami tumbuhan penghias sehingga lingkungan IPAL akan terlihat lebih asri.



(a) Unit ABR dan ABF

(b) Outlet IPAL

Gambar 3: Kondisi IPAL Kima ITS

Pada pelaksanaannya IPAL Kimia ini tidak hanya menerima limbah dari laboratorium Departemen Kimia saja. IPAL Kimia juga menerima limbah laboratorium yang dihasilkan dari departemen lainnya, yaitu Departemen Teknik Fisika, Departemen

Biologi, dan Laboratorium Riset & Lingkungan DRPM. Limbah cair dari laboratorium-laboratorium tersebut rutin diserahkan ke IPAL Kimia setiap bulan maupun setiap semester. Kondisi IPAL Kimia saat ini tidak berfungsi dengan baik. Limbah hanya dimasukkan ke dalam bak inlet, sedangkan pada bak penampungan limbah kimia (bahan asam, basa, dan bahan organik) kosong.

Departemen Teknik Lingkungan juga memiliki IPAL pengolahan limbah laboratorium, dengan konsep pengolahan netralisasi. Proses netralisasi adalah proses pengolahan dengan menaikkan pH jika pH terlalu asam dan menurunkan pH jika pH terlalu basa. Rencana desain IPAL pengolahan limbah laboratorium ini akan mengolah limbah encer dari hasil kegiatan mencuci di wastafel laboratorium. Namun IPAL Laboratorium di Teknik Lingkungan belum berfungsi.

3. Kegiatan Pengangkutan Limbah Laboratorium

Pengangkutan limbah B3 laboratorium telah dilakukan oleh Departemen Kimia dan Departemen Teknik Lingkungan. Kegiatan kerjasama pengangkutan limbah B3 laboratorium di Departemen Teknik Kimia ini telah dilakukan sejak tahun 2015, Kegiatan pengumpulan dilakukan setiap enam bulan sekali. Sedangkan Teknik Lingkungan baru menjalankan pengangkutan limbah B3 pada Juli 2020. Pihak ketiga yang bekerjasama dengan Departemen Teknik Kimia dan Teknik Lingkungan dalam hal pengangkutan limbah B3 laboratorium adalah perusahaan jasa pengangkutan yang telah berizin dan memenuhi syarat. Pihak jasa pengangkutan limbah B3 ini telah memenuhi syarat sebagai pengangkut limbah B3, yaitu :

1. Rekomendasi pengangkutan limbah B3
Kementerian Negara Lingkungan Hidup
Republik Indonesia

2. Izin pengangkutan limbah B3 oleh Kementerian Perhubungan Republik Indonesia
3. Manifest limbah B3 dengan kode register AAH

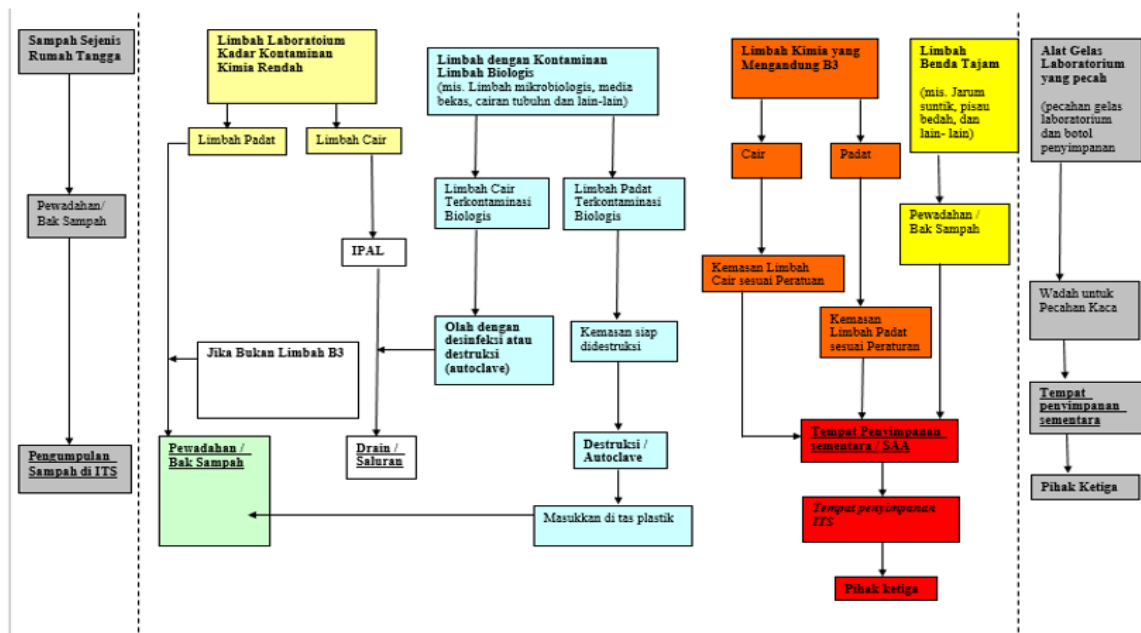
B. Usulan Pengelolaan Limbah Laboratorium ITS

Limbah laboratorium di ITS terdiri dari limbah laboratorium dengan sampah biasa, limbah dengan kadar kontaminan rendah, limbah dengan kontaminan limbah biologis, limbah kimia yang mengandung B3, limbah benda tajam dan limbah yang berasal dari kegiatan bengkel. Masing-masing jenis limbah ini memerlukan pengemasan dan/atau pewadahan yang sesuai dengan karakteristik jenis limbahnya.

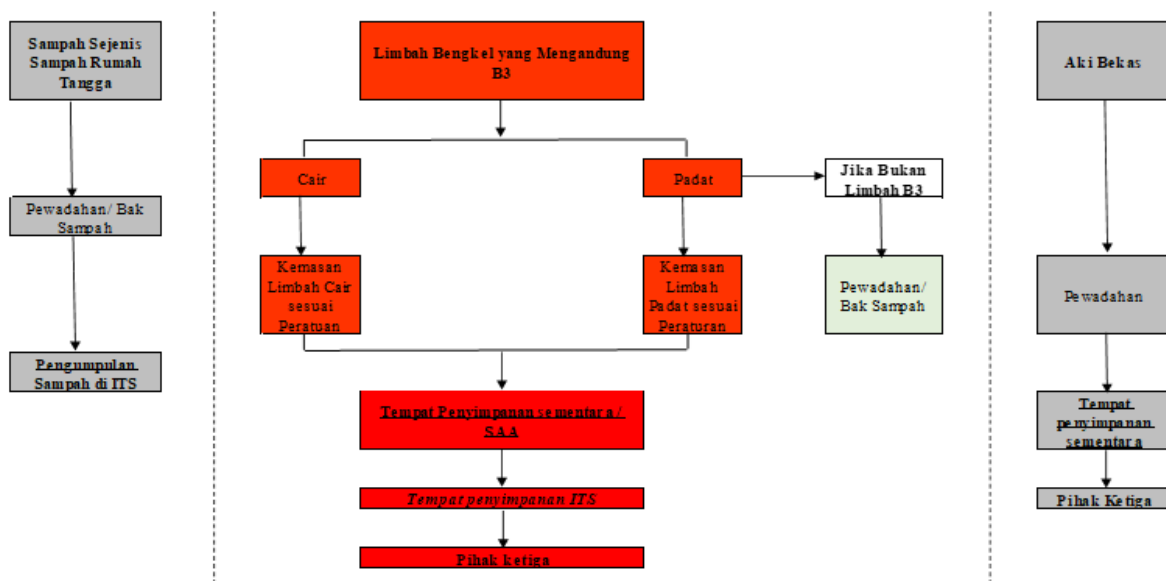
Limbah laboratorium dengan kadar kontaminan rendah dapat diolah melalui

IPAL sebelum dibuang ke drainase. Sedangkan limbah dengan kontaminasi biologis harus melalui proses destruksi terlebih dahulu untuk menghilangkan kontaminasi biologisnya, sebelum kemudian dibuang atau diolah lebih lanjut. Pada jenis limbah laboratorium yang mengandung B3, perlu adanya proses pengemasan sesuai dengan peraturan yang berlaku. Penyimpanan limbah laboratorium yang mengandung B3 juga harus mengikuti kaidah kompatibilitas berdasarkan karakteristik limbah B3-nya, untuk melihat kecocokan apakah antara limbah B3 yang satu dengan yang lain bisa disimpan berdekatan atau tidak.

Limbah laboratorium yang mengandung bahan kimia memerlukan tempat penyimpanan sementara tak jauh dari sumber limbah, sebelum nantinya dikumpulkan dan/atau dikelola untuk diolah maupun diangkut oleh pihak ketiga. Usulan konsep pengelolaan limbah laboratorium ini dapat dilihat seperti pada skema Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5: Skema Pengelolaan Limbah B3 Laboratorium



Gambar 6: Skema Pengelolaan Limbah B3 Bengkel

1. *Satellite Accumulation Area (SAA)*

Limbah laboratorium yang telah dikemas memerlukan tempat untuk penyimpanan. *Satellite Accumulation Area (SAA)* adalah tempat penyimpanan limbah di dalam laboratorium yang menghasilkan dan menyimpan limbah kimia/biologi secara sementara (Wisconsin, 2019). Persyaratan *Satellite Accumulation Area (SAA)* menurut *University of Florida* adalah sebagai berikut:

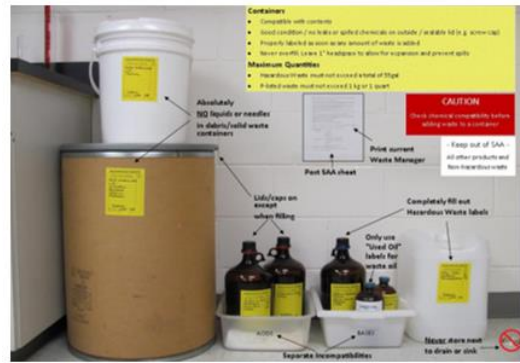
- a. Semua wadah/bak limbah B3 harus ditandai dengan kata khusus “Limbah Berbahaya” dan simbol serta label sesuai dengan karakteristik limbah
- b. Batas volume atas untuk satu SAA adalah 55 galon limbah B3, atau 1 liter limbah berbahaya yang mengakibatkan keracunan akut
- c. Wadah/bak limbah B3 harus ditutup setiap saat, kecuali saat limbah ditambahkan ke wadah
- d. Corong tidak dianggap sebagai alat penutup; jika corong digunakan untuk menambahkan limbah cair ke wadah, corong harus dibuang/disterilkan, dan

kemudian wadah ditutup setelah penambahan limbah selesai

- e. Semua wadah limbah B3 harus mampu di tutup secara ketat; aluminium foil, Parafilm, atau penutup sementara lainnya tidak memadai untuk wadah penumpukan limbah B3
- f. Jangan mencampur limbah yang tidak kompatibel (yaitu asam / basa, cairan / pengoksidasi yang mudah terbakar) dalam wadah yang sama, dan simpan terpisah dengan menggunakan wadah atau baki sekunder terpisah di SAA untuk mencegah reaksi berbahaya
- g. Limbah biohazardous atau radioaktif harus disimpan terpisah dan dipisahkan dari limbah berbahaya dan SAA. Jangan simpan jenis limbah ini berdekatan satu sama lain untuk mencegah terjadinya kontak kontaminasi
- h. Tetapkan SAA di atau dekat titik dimana limbah berbahaya dihasilkan
- i. Setiap laboratorium harus menunjuk pengelola limbah laboratorium, yang bertanggung jawab atas semua limbah

di SAA, dan mengisi Formulir Penilaian Mandiri / Inspeksi Bulanan SAA

- j. Wadah SAA dapat dibuka saat menyatukan limbah dan saat ventilasi diperlukan (misalnya, untuk pengoperasian peralatan yang benar atau untuk mencegah situasi berbahaya).
- k. Jika volume atau berat limbah maksimum terlampaui, kelebihan harus diberi tanggal dan dipindahkan dalam waktu tiga hari. Batas akumulasi untuk limbah berbahaya akut yang terkumpul di area SAA adalah 1 kg (2,2-lb) akan berlaku.
- l. Mendorong karyawan yang bekerja di area dimana limbah berbahaya terkumpul, termasuk di SAA, atau terlibat dalam pengelolaan limbah berbahaya menerima pelatihan yang cukup untuk memastikan bahwa mereka terbiasa dengan penanganan dan prosedur darurat.
- m. Wadah SAA yang menampung limbah berbahaya yang tidak cocok dengan limbah atau bahan lain yang terkumpul di dekatnya dalam wadah lain harus dipisahkan dari bahan lain atau dilindungi dari bahan lain atau dilindungi dengan cara praktis apa pun.
- n. EPA menyebutkan dua metode untuk mencapai persyaratan kompatibilitas ini:
 - memisahkan limbah yang tidak kompatibel ke tempat terpisah dan memastikan bahwa limbah yang tidak kompatibel dipisahkan oleh setidaknya satu lebar wadah ke segala arah, dan
 - menyediakan baki atau wadah sekunder lainnya untuk wadah SAA



Gambar 7: Satellite Accumulation Area (SAA)

2. Pengemasan

Menurut US-EPA (1997), dalam pengemasan limbah B3 harus dipastikan terlebih dahulu secara pasti mengenai informasi jenis dan karakteristik limbah B3 yang akan dikemas dan disimpan. Selain itu juga jenis limbah B3 yang berbeda dapat disimpan dalam satu kontainer dengan syarat tidak menimbulkan reaksi yang dapat menimbulkan gas, uap beracun, panas, atau ledakan. Kontainer yang akan digunakan dalam pengemasanpun harus kompatibel atau tidak bereaksi dengan limbah B3.

Jenis limbah laboratorium di ITS terbagi menjadi limbah yang mengandung asam, basa, garam, *halogenic organic solvent*, *non-halogenic organic solvent*, oksidator & peroksida, oli bekas, majun bekas, aki bekas, bekas kemasan bahan kimia, limbah B3 tercampur, limbah B3 infeksius dan limbah benda tajam non-B3. Setiap jenis limbah memerlukan pengemasan yang berbeda dengan dilengkapi simbol dan label sesuai standar peraturan. Wadah limbah B3 harus kompatibel dan disesuaikan dengan karakteristik limbahnya.

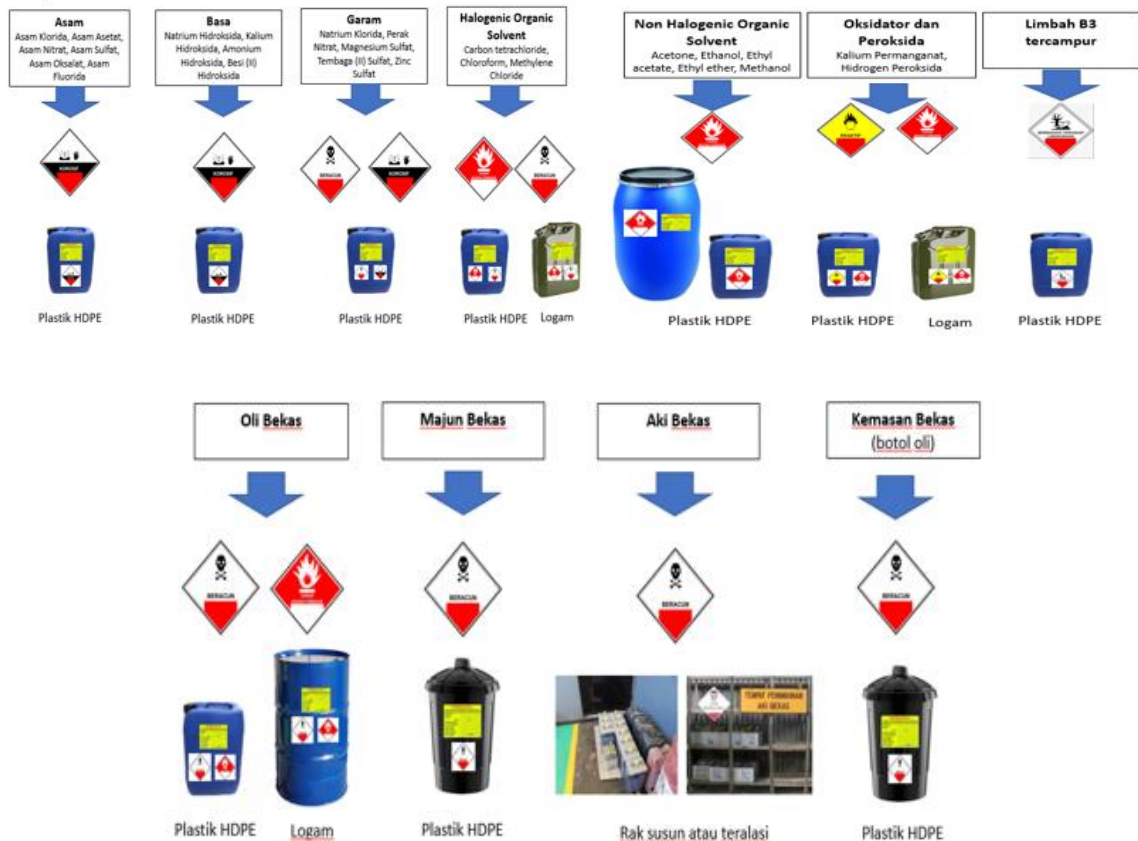
Limbah laboratorium yang mengandung bahan asam, basa, garam dikemas secara terpisah sesuai jenis, limbah ini memiliki sifat korosif. Limbah dikemas dalam jerigen berbahan plastik HDPE. Limbah yang

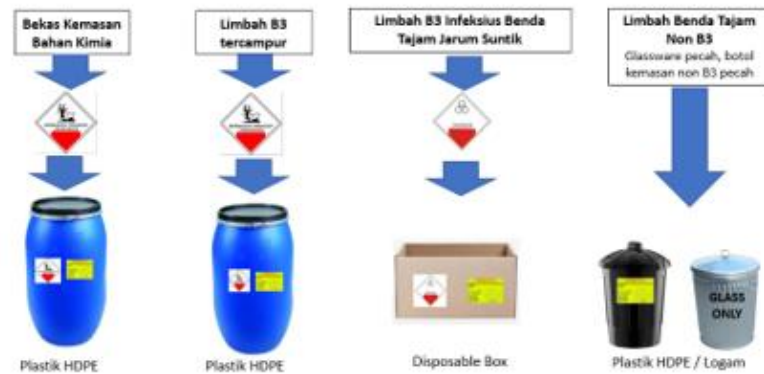
mengandung *halogenic organic solvent*, *non-halogenic organic solvent*, oksidator & peroksida juga harus disimpan secara terpisah sesuai jenis, tidak boleh dicampur. Pengemasan dan penyimpanan limbah ini perlu diperhatikan karena memiliki sifat yang mudah terbakar.

Limbah hasil kegiatan bengkel dapat berupa limbah oli bekas, majun bekas, aki bekas, dan kemasan bekas. Limbah cair berupa oli bekas dapat dikemas dalam wadah jerigen berbahan plastik/logam atau jika dalam jumlah yang besar dapat ditampung dalam drum berbahan plastik/logam, yang dilengkapi dengan simbol beracun dan mudah terbakar. Pewadahan limbah padat hasil kegiatan bengkel berupa kemasan bekas dan majun bekas dapat dikemas dengan menggunakan bak/kontainer berbahan plastik HDPE dengan dilengkapi

dengan logo beracun. Sedangkan pada jenis limbah aki bekas perlu disimpan di tempat terpisah, dimana dalam penyimpanannya dapat menggunakan rak susun, namun jika tidak menggunakan rak susun maka aki bekas perlu dialasi, bisa dengan balok kayu.

Limbah B3 infeksius terdiri dari sampah sisa kegiatan medis. Limbah ini perlu dikemas sendiri, pewadahan dapat menggunakan *disposable box* yang dilengkapi dengan simbol dan label. Limbah benda tajam non-B3 juga harus disendirikan. Pewadahan limbah benda tajam non-B3 dapat menggunakan bak sampah dari bahan plastik HDPE/logam. Pada wadah limbah benda tajam non-B3 perlu diberi tanda “Benda tajam/*Glass only*”, agar aman dan tidak membahayakan saat pengumpulan sampah dilakukan.





Gambar 8: Usulan Pengemasan Limbah Laboratorium ITS

C. Sampah Spesifik di ITS

Aktivitas yang ada di Institut Teknologi Sepuluh Nopember tidak hanya aktivitas akademik, namun juga terdapat aktivitas lain seperti aktivitas perkantoran, minat bakat, organisasi, dan juga aktivitas spiritual. Dari aktivitas tersebut terdapat beberapa kegiatan yang dapat berpotensi menghasilkan limbah B3 jenis sampah spesifik. Potensi timbulan sampah spesifik di ITS diantaranya adalah berasal dari jenis sampah spesifik yang mengandung B3 dan sampah yang mengandung limbah B3. Berikut adalah sampah spesifik yang ada di ITS:

1. Sampah Mengandung B3 (Sampah Elektronik)

Barang elektronik milik negara yang telah rusak maupun menjadi limbah tidak diperbolehkan untuk dibuang ataupun diperjualbelikan. Limbah elektronik tersebut harus disimpan hingga dilakukannya pemutihan oleh pihak ITS. Mekanisme pemutihan barang milik negara di ITS belum berjalan dengan optimal. Ketidakjelasan pelaksanaan proses pemutihan barang milik negara mempengaruhi jangka waktu penyimpanan limbah elektronik di ruang

penyimpanan limbah elektronik pada masing-masing departemen. Limbah elektronik dapat disimpan hingga puluhan tahun apabila proses pemutihan tidak dilakukan. Sedangkan menurut peraturan, penyimpanan limbah B3 paling lama adalah 365 hari (1 tahun).

Berdasarkan penelitian Setyanto pada tahun 2017, limbah elektronik dari barang milik negara di ITS terdiri dari perangkat IT seperti: CPU; keyboard; mouse, laptop, printer; faksimile; dan mesin fotokopi, kemudian alat elektronik rumah tangga berukuran besar seperti: lemari pendingin; kipas angin dan AC, alat elektronik untuk pencahayaan serta alat elektronik untuk laboratorium. ITS menyimpan limbah elektronik sejumlah 1289 unit, dengan total berat 16180,1 kg dan total volume 100,5 m³ (Setyanto, 2017).

2. Sampah Mengandung Limbah B3

Sampah spesifik jenis sampah mengandung limbah B3 yang dihasilkan di ITS adalah limbah lampu, cartridge printer, baterai, dan bekas kemasan yang mengandung limbah B3. Sampah spesifik ini perlu untuk dikumpulkan, namun di ITS untuk sampah spesifik dari tiap departemen tidak wajib untuk disimpan, dan dapat dibuang. Belum ada pencatatan tentang

jumlah sampah spesifik yang mengandung limbah B3.

D. Usulan Rencana Pengelolaan Sampah Spesifik

Rencana pengelolaan sampah spesifik ITS adalah dengan melakukan pewadahan sampah spesifik. Pewadahan sampah spesifik dapat menggunakan *dropbox*. *Dropbox* ini dimaksudkan sebagai kotak sampah/ limbah yang dikhususkan untuk limbah elektronik (e-waste) yang tergolong sebagai sampah mengandung B3. *Dropbox* ini diletakkan di beberapa sudut tempat sebagai wadah untuk pengumpulan sampah.

Dropbox pada umumnya terbuat dari bahan kaca akrilik transparan, plat stainless steel, plastik, dan lain-lain. Dengan terdapat lubang di bagian bawah untuk pengambilan e-waste. Sedangkan pengambilan dilakukan ketika penuh, atau telah sampai pada batas waktu penyimpanan 180 hari.

Sementara untuk ukuran volume, mengacu pada media Republika (2019), DKI Jakarta dapat mengumpulkan sampah elektronik dari *dropbox* yang diletakkan di tempat publik Jakarta per-bulannya menghasilkan sekitar 300 unit/bulan. Sehingga diasumsikan dalam sehari limbah elektronik yang ditaruh di *dropbox* sebanyak 10 unit/hari.

Dropbox ini diletakkan di setiap gedung departemen di ITS serta gedung lainnya seperti Plasa Dr Angka/BAAK, BAUK, Gedung Pascasarjana, Gedung UPMB, UPT Bahasa, dan Gedung Asrama. Sementara itu untuk Gedung Perpustakaan, Riset Center, dan Gedung Rektorat yakni setiap dua lantai diletakkan satu *dropbox*, dengan pertimbangan bahwa jumlah orang dalam gedung lebih banyak dan bervariasi dengan aktivitas kantor

yang padat serta jumlah lantai yang banyak sehingga memudahkan orang dalam menaruh sampahnya ke dalam *dropbox*. *Dropbox* ini diletakkan pada spot atau titik yang mudah dijangkau oleh orang banyak dalam satu gedung.

Ukuran dari limbah-limbah elektronik yang dapat dimasukkan dapat *dropbox* ITS ini yang paling besar dan berat merupakan limbah elektronik lampu TL. Menurut Setyanto (2017), untuk satu lampu TL dalam satu Departemen dihasilkan volume sebesar 51000 cm³ (51. 10⁻³ m³) dengan jumlah lampu TL sebanyak 60 unit dalam setahun, dengan masa pakai lampu TL paling cepat (rusak) yakni 1 tahun. Sehingga diperkirakan jika pengambilan limbah elektronik dalam *dropbox* dilakukan setiap bulan atau maksimal yakni 180 hari (6 bulan) sesuai dengan masa penyimpanan limbah B3, maka wadah dapat dibuat dengan volume 128 L dengan ukuran 40x40x80 cm. Tinggi *dropbox* tersebut dipilih dengan tambahan pertimbangan yakni tidak mudahnya limbah di dalam *dropbox* untuk diambil oleh orang yang tidak berkepentingan.



Gambar 1: Desain *Dropbox* ITS

E. Penyimpanan Limbah B3

Limbah laboratorium yang telah dilakukan pengemasan dan penyimpanan di *Satellite*

Accumulation Area (SAA) yang ada di setiap laboratorium, maupun jenis limbah sampah spesifik yang telah disimpan perlu untuk dikumpulkan sebelum dilakukan pengelolaan lanjut, baik berupa kegiatan pengolahan maupun pengangkutan kepihak ketiga. Oleh

4. RENCANA TAHAPAN SELANJUTNYA

Pengelolaan limbah B3 dari kegiatan akademik yang terdiri dari limbah laboratorium dan juga sampah spesifik tentang perlu diperhatikan karena alasan ketaatan terhadap peraturan perundangan dan aspek kesehatan dan keselamatan kerja bagi warga kampus.

Khususnya untuk laboratorium, masih diperlukan beberapa hal yaitu laboratorium diwajibkan untuk membuat dan menyusun SOP bekerja dan masuk di laboratorium, serta laboratorium perlu mengikuti *safety induction* serta melakukan *risk assesment*.

Pengelolaan limbah B3 yang merupakan sampah spesifik harus dimulai dari sumber sampah, dikumpulkan oleh pihak pengelola sampah ITS (biro sarana prasarana) ke tempat penyimpanan sementara limbah B3 yang akan direncanakan.

Beberapa hal yang perlu dilakukan ke depan oleh ITS adalah:

- a. Terbentuknya komitmen pimpinan yang kuat tentang pengelolaan limbah B3 di kampus
- b. Adanya pembagian tugas dan tanggung jawab yang jelas tentang pengelolaan limbah B3
- c. Tersediaanya infrastruktur yang mencukupi
- d. Pelatihan terkait yang secara sistematis untuk semua pihak

karena itu perlu dibangun Tempat Penampungan Sementara (TPS) khusus limbah B3 di ITS. Luas rencana TPS B3 di ITS adalah 100 m², yang rencananya akan dibangun di belakang area Nasdec ITS.

tentang pengelolaan limbah B3 di kampus, terutama limbah laboratorium

- e. Tersedianya standar kesehatan dan keselamatan kerja (K3) di laboratorium
- f. Tersedianya tempat penyimpanan sementara limbah B3 dengan tim yang mengelolanya
- g. Tersedianya pengangkutan limbah B3 dari departemen ke TPS B3

DAFTAR PUSTAKA

- Ciptaningayu, T. 2017. "Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) Laboratorium di Kampus ITS". Tugas Akhir. Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Georgia Institute of Technology Environmental Health and Safety. 2011. "Hazardous Waste Procedures".
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup. 2009. "Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 18 Tahun 2009 tentang Tata Cara Perizinan Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun".
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup. 2009. "Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 30 Tahun 2009 tentang Tata Laksana Perizinan dan Pengawasan Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun serta Pengawasan Pemulihan Akibat Pencemaran Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun oleh Pemerintah Daerah".
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. 2020. "Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2020

- tentang Penyimpanan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun”.
- Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. 2013. “Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 14 Tahun 2013 tentang Simbol dan Label Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun”.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup. 2020. “Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor P.4/Menlhk/Setjen/Kum.1/1 Tahun 2020 tentang Pengangkutan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun”
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup. 2020. “Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor P.12/Menlhk/Setjen/Plb.3/5 Tahun 2020 tentang Penyimpanan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.”
- Leiden University. “Environmental Health and Safety”. (amd@science.leidenuniv.nl diakses 9 Agustus 2020).
- Nindyapuspa, A., Trihadiningrum, Y. 2014. “Kajian Tentang Pengelolaan Limbah Elektronik. Surabaya”: Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. 2014. “Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun”.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. 2020. “Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2020 tentang Pengelolaan Sampah Spesifik”
- Setyanto, I.C., 2017. “Kajian Pengelolaan Limbah Elektronik di Unit Pendidikan ITS”. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Undang-undang Republik Indonesia. 2009. “Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Hidup”.
- University of Florida. “Liquid Hazardous Waste”. (http://www.ehs.ufl.edu/programs/chemrad_waste/lab-chem-waste-mgmt/methods-for-managing-specific-laboratory-wastes/liquid-hazardous-waste/ diakses 9 Agustus 2020).
- University of Florida. “Satellite Accumulation Area Requirements”. (http://www.ehs.ufl.edu/programs/chemrad_waste/lab-chem-waste-mgmt/accumulation-haz-waste/satellite-accumulation-area-requirements/ diakses 9 Agustus 2020).
- Universitas Indonesia. 2018. “Penanganan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (LB3) di FT UI”. (<http://eng.ui.ac.id/blog/penanganan-limbah-bahan-berbahaya-dan-beracun-lb3-di-ft-ui/> diakses 9 Agustus 2020).
- University of Oxford. 2011. “Waste Management Strategy”.
- US-EPA. 1997. “Best Management Practices: Handbook for Hazardous Waste Containers”. US-EPA Region 6, Dallas, Texas
- Wageningen University & Research Center. “Waste Policy & Implementation”