

SKRIPSI

**PERENCANAAN TEMPAT PENYIMPANAN SEMENTARA
KHUSUS LIMBAH B3 DI FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS
HASANUDDIN**

Disusun dan diajukan oleh:

**NURUL AZMI
D131 19 055**



**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PERENCANAAN TEMPAT PENYIMPANAN SEMENTARA KHUSUS LIMBAH B3 DI FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN

Disusun dan diajukan oleh

Nurul Azmi
D131191055

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 11 Januari 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr.Eng. Ir. Irwan Ridwan Rahim, S.T., M.T.
NIP 197211192000121001

Pembimbing Pendamping,



Hardianti Alimuddin, S.T., M.Eng.
NIP 199406032023036000

Ketua Departemen Teknik Lingkungan,



Dr. Eng. Ir. Muralia Hustim, S.T., M.T., IPM., AER.
NIP 197204242000122001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;
Nama : Nurul Azmi
NIM : D131191055
Program Studi : Teknik Lingkungan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

{Perencanaan Tempat Penyimpanan Sementara Khusus Limbah B3 di Fakultas
Teknik Universitas Hasanuddin}

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 11 Januari 2024

Yang Menyatakan



Nurul Azmi

ABSTRAK

NURUL AZMI. *Perencanaan Tempat Penyimpanan Sementara Khusus Limbah B3 di Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin* (dibimbing oleh Irwan Ridwan Rahim dan Hardianti Alimuddin)

Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin merupakan salah satu kampus terbesar yang ada di kawasan Indonesia Timur dengan sistem pendidikan berbasis laboratorium (*Labo-Based Education/LBE*). Aktivitas dan jumlah peminat yang meningkat berpengaruh terhadap jumlah timbulan limbah B3 yang dihasilkan. Untuk skala laboratorium 25 dari 65 laboratorium yang ada berpotensi menghasilkan limbah B3. Untuk skala perkantoran, limbah B3 berasal dari kegiatan administrasi tiap-tiap gedung berupa residu barang elektronik habis pakai. Dalam realisasinya belum ada pengelolaan yang dilakukan oleh pihak kampus terhadap limbah tersebut. Hal ini disebabkan belum adanya regulasi yang jelas serta fasilitas yang memadai. Jika tidak ditangani, limbah B3 tersebut dapat mengancam keselamatan civitas akademika, masyarakat sekitar dan tentunya berdampak ke lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui laju timbulan dan karakteristik limbah b3 di Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Data tersebut akan digunakan dalam merencanakan konsep pengelolaan limbah B3 yang tepat dalam skala kampus. Data primer diperoleh dari pengukuran laju timbulan sesuai SNI-19-3241-1995 terkait Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan. Untuk beberapa titik lokasi yang selama pengambilan data tidak ditemukan limbah di lapangan maka peneliti menggunakan data sekunder. Laju timbulan yang diperoleh untuk limbah cair adalah 0.193 ml/hari limbah karakteristik *flammable*, 0.109 ml/hari limbah karakteristik toksik dan *flammable* dan 0.856 ml/hari limbah kimia. Untuk limbah padat sebesar 0.981 kg/hari limbah karakteristik infeksius, 1.7 kg/hari limbah karakteristik toksik, 0.286 kg/hari limbah non B3 dan 0.39 kg/hari limbah toksik dan *flammable*. Berdasarkan laju timbulan dan karakteristik kemudian dihasilkan rekomendasi pengelolaan mulai dari pengurangan, pengemasan dan pewadahan, penyimpanan, dan sarana prasarana yang sesuai ketentuan. Fasilitas penyimpanan yang dibutuhkan berupa bangunan penyimpanan dengan dimensi 8.5 m x 11.5 m. Bangunan penyimpanan direncanakan didesain tanpa plafon, menggunakan bahan atap seng galvanum dengan rangka atap baja ringan, dan bahan lantai dari rabat beton.

Kata Kunci: Laboratorium, Perkantoran, Limbah B3, Pengelolaan Limbah, TPS B3

ABSTRACT

NURUL AZMI. *Planning of Temporary Storage for Hazardous and Toxic Waste at the Faculty of Engineering, Hasanuddin University* (supervised by Irwan Ridwan Rahim and Hardianti Alimuddin)

The Hasanuddin University Faculty of Engineering is one of the largest campuses in Eastern Indonesia with a laboratory-based education system (Labo-Based Education/LBE). The increasing activity and number of enthusiasts influences the amount of B3 waste generated. On a laboratory scale, 25 of the 65 existing laboratories have the potential to produce B3 waste. For office scale, B3 waste comes from the administrative activities of each building in the form of residue from consumable electronic goods. In reality, there has been no management carried out by the campus regarding this waste. This is due to the lack of clear regulations and adequate facilities. If not handled, B3 waste can threaten the safety of the academic community, surrounding communities and of course have an impact on the environment. This research aims to determine the generation rate and characteristics of B3 waste at the Faculty of Engineering, Hasanuddin University. This data will be used in planning appropriate B3 waste management concepts on a campus scale. Primary data was obtained from measuring generation rates in accordance with SNI-19-3241-1995 regarding Methods for Collecting and Measuring Samples of Urban Waste Generation and Composition. For several location points where no waste was found in the field during data collection, the researchers used secondary data. The generation rate obtained for liquid waste is 0.193 ml/day of flammable characteristic waste, 0.109 ml/day toxic and flammable characteristic waste and 0.856 ml/day of chemical waste. For solid waste, it is 0.981 kg/day of infectious characteristic waste, 1.7 kg/day of toxic characteristic waste, 0.286 kg/day of non-B3 waste and 0.39 kg/day of toxic and flammable waste. Based on the generation rate and characteristics, management recommendations are then produced starting from reduction, packaging and containerization, storage, and infrastructure according to the provisions. The storage facilities required are in the form of a storage building with dimensions of 8.5 m x 11.5 m. The storage building is planned to be designed without a ceiling, using a galvanized zinc roof material with a light steel roof frame, and a floor material made from concrete slabs.

Keywords: Laboratories, offices, Hazardous Waste, Waste Management, TPS B3

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
KATA PENGANTAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian/Perancangan	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup/Asumsi perancangan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Limbah B3.....	6
2.2 Limbah Laboratorium	18
2.3 Limbah Perkantoran	27
2.4 Perencanaan TPS B3	29
2.5 Penelitian Terdahulu	53
BAB III METODE PENELITIAN.....	59
3.1 Kerangka Penelitian	59
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian	60
3.3 Metode Pengumpulan Data	62
3.4 Alat dan Bahan.....	64
3.5 Metode Analisis Data.....	65
3.6 Flowchart Penelitian	66
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	68
4.1 Gambaran Umum Penelitian	68
4.2 Kondisi Eksisting Pengelolaan Limbah B3	70
4.3 Laju Timbulan Limbah B3.....	83
4.4 Perancangan TPS B3 di Kampus	86
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	112
5.1 Kesimpulan	112
5.2 Saran.....	113
DAFTAR PUSTAKA	114

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Simbol limbah B3 mudah meledak	10
Gambar 2 Simbol limbah B3 berupa cairan mudah menyala	11
Gambar 3 Simbol limbah B3 berupa padatan mudah menyala.....	11
Gambar 4 Simbol limbah B3 reaktif	12
Gambar 5 Simbol limbah B3 beracun	12
Gambar 6 Simbol limbah B3 korosif	13
Gambar 7 Simbol limbah B3 infeksius	13
Gambar 8 Simbol limbah B3 berbahaya terhadap lingkungan	14
Gambar 9 Label limbah B3	14
Gambar 10 Label limbah B3 wadah dan/ atau kemasan limbah B3 kosong.....	16
Gambar 11 Label limbah B3 penandaan posisi tutup wadah dan/ atau kemasan limbah B3	16
Gambar 12 Contoh pelekatan simbol limbah B3 pada tempat penyimpanan dengan 2 (dua) karakteristik dominan (predominan), yaitu korosif dan mudah menyala.....	18
Gambar 13 Siklus pengelolaan limbah B3.....	31
Gambar 14 Contoh pemberian simbol dan label di kemasan drum	33
Gambar 15 Contoh pola penyimpanan limbah B3 kemasan drum	33
Gambar 16 Contoh rancang bangun fasilitas penyimpanan limbah B3 dengan sirkulasi udara dalam ruang bangunan penyimpanan limbah B3.....	47
Gambar 17 Contoh tata ruang fasilitas penyimpanan limbah B3 berupa gudang	47
Gambar 18 Kerangka penelitian.....	59
Gambar 19 Peta lokasi penelitian.....	60
Gambar 20 Diagram alir penelitian.....	67
Gambar 21 Komposisi limbah B3 cair berdasarkan karakteristik	69
Gambar 22 Komposisi limbah B3 padat berdasarkan karakteristik.....	70
Gambar 23 Skema pengelolaan eksisting limbah B3 aktivitas perkantoran FT- UH	71
Gambar 24 Skema pengelolaan eksisting limbah B3 aktivitas laboratorium FT- UH	73
Gambar 25 Laju timbulan limbah B3 fasa cair	84
Gambar 26 Laju timbulan limbah B3 padat	85
Gambar 27 Kemasan <i>safety box</i> untuk limbah infeksius tajam	93
Gambar 28 <i>Dropbox</i> limbah elektronik	94
Gambar 29 Rak penyimpanan limbah B3	96
Gambar 30 Palet limbah B3	101
Gambar 31 Denah rencana TPS B3 Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin ..	104
Gambar 32 Tampak depan TPS B3.....	105
Gambar 33 Papan lokasi TPS B3	106
Gambar 34 Tampak belakang TPS B3	106
Gambar 35 potongan A-A TPS B3	108
Gambar 36 Potongan B-B TPS B3	109
Gambar 37 Lokasi rencana bangunan TPS B3	110

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Kategori sumber limbah elektronik.....	28
Tabel 2 Komponen kimia berbahaya dan beracun limbah elektronik.....	29
Tabel 3 Regulasi dan standarisasi terkait TPS B3	30
Tabel 4 Waktu penyimpanan limbah B3.....	34
Tabel 5 Kesesuaian rancang bangun B3 dengan kategori bahaya	45
Tabel 6 Kaidah komparabilitas karakteristik limbah B3.....	46
Tabel 7 Daftar penelitian terdahulu.....	53
Tabel 8 Laboratorium penghasil limbah B3.....	60
Tabel 9 Gedung perkantoran penghasil limbah B3.....	62
Tabel 10 Klasifikasi limbah berdasarkan kategori dan karakteristiknya	68
Tabel 11 Visualisasi pengemasan limbah aktivitas perkantoran.....	72
Tabel 12 Visualisasi pengemasan limbah B3 oleh laboratorium penghasil limbah.....	74
Tabel 13 Rencana pengemasan dan pelabelan limbah B3 laboratorium.....	90
Tabel 14 Kapasitas kemasan B3 yang diperlukan dari aktivitas perkantoran.....	94
Tabel 15 Pewadahan limbah padat di TPS B3	96
Tabel 16 Pewadahan limbah cair di TPS B3.....	97
Tabel 17 Klasifikasi kebakaran dan kebutuhan APAR.....	97
Tabel 18 Jumlah kebutuhan APAR.....	98
Tabel 19 Indeks ruangan TPS B3.....	98
Tabel 20 Kebutuhan penerangan TPS B3	99
Tabel 21 Dimensi bak penampungan TPS B3	100
Tabel 22 Perhitungan kebutuhan ventilasi TPS	102

DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
B3	Bahan Berbahaya dan Beracun
TPS	Tempat Penyimpanan Sementara
NFPA	National Fire Protection Association
APAR	Alat Pemadam Api Ringan
pH	Potential Hydrogen
IPAL	Instalasi Pengolahan Air Limbah
DED	Detil Engineering Design
PCBs	Polychlorinated Biphenyls
HDPE	Kepanjangan dari <i>High Density Polyethylene</i> , merupakan polietilena termoplastik yang terbuat dari minyak bumi, bahan ini dapat bertahan pada temperatur tinggi dan sangat tahan terhadap bahan kimia
PP	Kepanjangan dari <i>polypropylene</i> , merupakan sebuah polimer termoplastik yang dibuat oleh industri kimia dan dapat digunakan dalam berbagai aplikasi
PVC	Kepanjangan dari Polivil Klorida, merupakan termoplastik yang terdiri dari monomer vinil klorida
SS304	Kepanjangan dari stainless steel 304, merupakan jenis baja tahan karat austenitik yang paling umum digunakan
SS316	Kepanjangan dari <i>stainless steel 316</i> , merupakan jenis baja tahan karat austenitik yang mengandung kromium, nikel dan molibdenum
SS400	Adalah produk baja yang terbuat dari baja karbon (<i>mild steel</i>) yang banyak diaplikasikan untuk konstruksi umum

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar Pengesahan Seminar Hasil	116
Lampiran 2 Kompabilitas Limbah Kimia	117
Lampiran 3 Daftar Pertanyaan Kuisisioner	118
Lampiran 4 Lembar Pengambilan Data Timbulan.....	121
Lampiran 5 Hasil Kuisisioner	122
Lampiran 6 Rekapitulasi timbulan limbah B3 Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin (fasa cair).....	143
Lampiran 7 Rekapitulasi timbulan limbah B3 Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin (Fasa padat)	144
Lampiran 8 Pelabelan limbah B3	145
Lampiran 9 Informasi Kode Limbah B3 FTUH	147
Lampiran 10 Laju Timbulan Limbah B3 Cair dalam Periode Tahun	149
Lampiran 11 Laju Timbulan Limbah B3 Padat dalam Periode Tahun	150
Lampiran 12 Rekapitulasi Kebutuhan Wadah Tiap Departemen	151
Lampiran 13 Wadah Limbah B3.....	152
Lampiran 14 Detil Ruangan	153
Lampiran 15 Kesesuaian Perencanaan TPS B3 dengan Ketentuan yang Berlaku	155
Lampiran 16 Rekomendasi Pengelolaan Limbah B3 Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.....	160
Lampiran 17 Dokumentasi.....	161

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, taufik dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Perencanaan Tempat Penyimpanan Sementara Khusus Limbah B3 di Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin” sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program Sarjana (S1) Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Proses panjang telah dilalui penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini, hambatan dan ujian turut mewarnai di dalamnya. Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak akan terselesaikan tanpa adanya dukungan, bantuan, bimbingan dan doa dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih setulus-tulusnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T., IPM., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. Ibu Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T., IPM., selaku Ketua Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
3. Bapak Dr. Eng. Irwan Ridwan Rahim S.T, M.T., selaku Kepala Laboratorium Riset Sanitasi dan Persampahan Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin sekaligus pembimbing I yang telah meluangkan waktu ditengah kesibukannya dalam memberikan arahan, masukan dan ilmunya selama penelitian dan penyusunan tugas akhir.
4. Ibu Hardianti Alimuddin, S.T., M.Eng. selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktu ditengah kesibukannya dalam memberikan arahan, masukan dan ilmunya selama penelitian dan penyusunan tugas akhir.
5. Bapak Ibu dosen Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah meluangkan waktu untuk membagikan ilmunya kepada penulis selama menempuh pendidikan di Departemen Teknik Lingkungan.
6. Bapak Syarifuddin, S.T., M.T. selaku laboran Laboratorium Kualitas Air yang telah memberikan ilmu selama penelitian berlangsung
7. Ucapan spesial penulis sampaikan kepada keluarga besar khususnya kedua orang tua yang tanpa pamrih selalu memberikan dukungan, doa-doa tulus tak terhingga, kekuatan, serta kepercayaan yang selalu mengiringi langkah-langkah penulis.
8. Teman-teman asisten Laboratorium Sanitasi dan Persampahan yang telah memberikan dukungan dan bantuan selama penelitian dan penyusunan tugas akhir berlangsung
9. Seluruh teman-teman, kakak-kakak dan adik-adik asisten Laboratorium/ koordinator asisten Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah meluangkan waktunya ditengah kesibukan untuk menemani penulis dalam mengumpulkan informasi terkait laboratorium yang ada di Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin selama penelitian berlangsung
10. Teman-teman TB (Inu, Nisa, Vivi, Izzah, Cessa, Hana, Dhea dan Danti) juga teman-teman kos hijau (Nisa, Dhea, Aman, Didik, Rifki) yang telah memberi warna, *support* dan perhatian kepada penulis selama menjadi mahasiswa di

Departemen Teknik Lingkungan dan berkenan menemani penulis selama proses pengambilan data di tengah-tengah kesibukannya.

11. Teman-teman Avatar 2019 yang telah memberikan warna dan menebarkan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan studi selama menjadi mahasiswa di Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
12. Semua pihak yang turut membantu dan mendoakan dengan tulus namun tak dapat penulis sebutkan satu persatu

Penulis hanya dapat mendoakan Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat dan taufik kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi. Dalam tugas akhir ini, penulis meyakini masih terdapat kekurangan di dalamnya, sehingga saran dan kritik senantiasa diharapkan oleh penulis. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan memiliki kontribusi terhadap keilmuan khususnya di bidang Teknik Lingkungan.

Makassar, 11 Januari 2023

Penulis

NURUL AZMI

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sejarah penanganan limbah bahan berbahaya dan beracun (limbah B3) berawal dari beberapa tragedi yang sangat mengerikan dengan korban manusia dan lingkungan dalam skala besar dan akut. Salah satu contoh tragedi itu adalah *tragedy love canal*. Tragedi bermula saat terdapat sisa pembangunan yang gagal berupa kanal atau lubang dengan panjang beberapa kilometer. Lubang tersebut kemudian dibeli oleh City of Niagara Falls, yang akan dijadikan lokasi penimbunan bahan-bahan kimia. Setelah bertahun-tahun, di atas tanah tersebut dibangun sekolah, perumahan, pasar dan aktivitas lainnya sehingga pada tahun 1970 tempat tersebut menjadi tempat salah satu bencana lingkungan yang paling mengerikan dan terburuk dalam sejarah Amerika (Riyanto, 2014).

Kejadian yang hampir sama mungkin bisa terjadi di Indonesia, dan mungkin sebagian dapat diduga dan sebagian lagi mungkin belum terdeteksi. Kita bisa mengingat kejadian-kejadian lain tentang kehadiran zat kimia berbahaya yang menyebabkan pencemaran yang mungkin terjadi di sekitar kita. Misalnya berita di media massa tentang pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh pabrik kertas, industri logam, industri makanan dan industri rumah tangga. Pembuangan limbah yang tidak benar oleh beberapa industri seperti industri pengolahan karet, pengolahan logam, industri tekstil, industri kimia, industri kertas, industri makanan dan bahkan industri rumah tangga, dan lain sebagainya akan dapat memberikan kontribusi terhadap pencemaran lingkungan (Situmorang, 2017)

Di Indonesia, KLHK mencatat dari 60 juta ton limbah B3 yang dihasilkan, potensi yang dapat dimanfaatkan berdasarkan persetujuan teknis adalah sebesar 48,6 juta ton. Potensi pemanfaatan limbah B3 yang dihasilkan pada tahun 2020 mencapai 80,93%. Kendati demikian, dalam laporan KLHK limbah B3 yang telah dimanfaatkan baru 13,26 juta ton atau 22,5%. Angka tersebut masih tergolong rendah, sehingga pemanfaatan limbah B3 masih belum dimanfaatkan dengan maksimal (KLHK, 2021). Kendala pemanfaatan limbah B3 di Indonesia yang

kurang maksimal disebabkan oleh pengelolaan yang belum terselenggara secara baik

Dalam lampiran Keputusan Presiden Republik Indonesia (2014) tentang pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun, dari 57 industri/ kegiatan yang menghasilkan limbah B3 dari sumber spesifik umum, salah satunya adalah Laboratorium riset dan komersial. Bagi sebagian besar institusi pendidikan, keberadaan laboratorium sangat penting sebagai penunjang kegiatan pengajaran dalam rangka memperdalam pemahaman mahasiswa terhadap suatu teori yang diperoleh di bangku kuliah. Namun keberadaan sarana dan prasarana tersebut sering tidak dibarengi dengan upaya pengelolaan sehingga menimbulkan dampak yang meski tidak diperoleh secara langsung namun dalam jangka waktu panjang berpotensi menimbulkan dampak negatif.

Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin adalah salah satu perguruan tinggi negeri di Indonesia bagian timur yang memiliki pendidikan berbasis laboratorium (*Labo-Based Education/LBE*). Kegiatan praktikum dan penelitian merupakan model pembelajaran utama yang menunjang proses belajar mengajar. Dari 13 departemen yang ada di Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, 11 diantaranya menghasilkan limbah bahan berbahaya dan beracun yang bersumber dari kegiatan laboratorium. Selain dari aktivitas laboratorium limbah B3 juga dihasilkan dari aktivitas non laboratorium yakni dari kegiatan perkantoran yang meliputi kelas, ruang rapat, sarana penunjang kegiatan administrasi laboratorium serta fasilitas yang ada di masing-masing departemen di Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Meskipun secara kuantitas limbah B3 yang dihasilkan di Institusi pendidikan tergolong rendah namun dari segi dampak, justru sangat beragam tergantung dari karakteristik dan kandungan limbah yang dihasilkan.

Utami, N.P. (2019) dalam penelitiannya menyebutkan terdapat 9 jenis limbah B3 yang dihasilkan oleh laboratorium di Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin diantaranya memiliki sifat mudah menyala, beracun, korosif, berbahaya bagi lingkungan, reaktif, infeksius, karsinogenik, iritasi, dan sisanya merupakan limbah dengan sifat campuran. Ciptaningayu (2017) dalam penelitiannya terkait pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) laboratorium di kampus ITS

memperoleh jenis limbah B3 yang dihasilkan di kampus ITS adalah limbah asam, basa, beracun organik dan logam berat.

Semua pengguna laboratorium perlu mengetahui bahaya yang ditimbulkan oleh benda-benda yang ada di laboratorium. Di samping itu, pengguna laboratorium juga perlu mengetahui berbagai usaha yang dapat dilakukan untuk mencegah timbulnya bahaya akibat kerja di laboratorium tersebut. Keselamatan kerja dalam laboratorium juga mencakup cara penyimpanan, pemakaian, perawatan alat atau bahan laboratorium, serta langkah pertolongan atau penanggulangan kecelakaan (Kurniawai, 2018)

Dalam realisasinya limbah bahan kimia yang dihasilkan dari hasil praktikum masih ditampung secara mandiri di sudut-sudut ruang laboratorium masing-masing dan sebagian lainnya hanya diencerkan lalu dialirkan di wastafel laboratorium, padahal IPAL yang ada di Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin belum ada yang memiliki unit pengolahan khusus B3. Di beberapa laboratorium yang menghasilkan limbah dengan karakteristik mudah menyala di Universitas Hasanuddin juga diketahui setelah ditampung mereka membuang limbahnya di saluran drainase yang ada di kampus tanpa ada pengolahan terlebih dahulu. Sedangkan untuk limbah B3 dari aktivitas perkantoran Universitas Hasanuddin dibuang dan digabung dengan limbah domestik kampus lainnya. Terkait upaya pengelolaan, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin masih jauh dalam konteks ideal pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun.

Penyelenggaraan pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun di Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin memiliki banyak manfaat, diantaranya sebagai upaya pencegahan terjadinya pencemaran lingkungan, sebagai upaya perlindungan terhadap keselamatan civitas akademika yang beraktivitas, dan juga sebagai aksi pemaksimalan potensi pemanfaatan B3 yang ada di lingkup kampus dengan dilakukannya penyimpanan sesuai karakteristik dan sifatnya. Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka dilakukan penelitian berkaitan dengan “Perencanaan Tempat Penampungan Sementara Khusus Limbah B3 di Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin” yang bertujuan untuk memperoleh rekomendasi pengelolaan limbah B3 di Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin terutama terkait

penyimpanan limbah B3 sesuai dengan peraturan perundang-undangan dan persyaratan yang berlaku.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Berapa jumlah timbulan dan bagaimana karakteristik limbah bahan berbahaya dan beracun yang dihasilkan di Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin?
2. Bagaimana rencana/ konsep pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun di Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin?
3. Bagaimana *detail engineering design* tempat penyimpanan sementara limbah bahan berbahaya dan beracun di Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin?
4. Dimana lokasi tempat penyimpanan sementara limbah bahan berbahaya dan beracun di Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin?

1.3 Tujuan Penelitian/Perancangan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui jumlah dan karakteristik timbulan limbah bahan berbahaya dan beracun yang dihasilkan oleh Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
2. Untuk mengetahui rencana/ konsep pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun di Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
3. Untuk mengetahui *detail engineering design* Tempat Penyimpanan Sementara Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun di Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Untuk mengetahui lokasi tempat penyimpanan sementara limbah bahan berbahaya dan beracun di Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Hasil penelitian ini bermanfaat bagi kajian ilmu di bidang teknik lingkungan terkait pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun berupa upaya penyimpanan limbah di lingkup kampus.

2. Memberikan solusi terhadap rencana pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun bagi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

1.5 Ruang Lingkup/Asumsi perancangan

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah:

1. Waktu penelitian adalah selama bulan Juli 2023 hingga September 2023
2. Limbah B3 yang termasuk dalam penelitian ini adalah limbah B3 yang dihasilkan dari aktivitas laboratorium masing-masing departemen Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin dan limbah B3 dari aktivitas perkantoran berupa barang habis pakai
3. Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah lokasi dan *detail engineering design* yang terdiri dari gambar teknis, spesifikasi teknis dan spesifikasi umum tempat penyimpanan sementara khusus limbah bahan berbahaya dan beracun di Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang sesuai dengan peraturan yang berlaku

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah B3

2.1.1 Defenisi Limbah B3

Defenisi dari limbah bahan berbahaya dan beracun, yang selanjutnya disebut limbah B3, adalah sisa suatu usaha dan/ atau kegiatan yang mengandung B3. Oleh karena limbah B3 memiliki sifat dan karakteristik yang sangat berdampak mencemari lingkungan, maka setiap orang yang menghasilkan limbah B3 wajib melakukan pengelolaan limbah B3. Apabila tidak mampu melakukan sendiri maka wajib diserahkan kepada pihak lain yang telah memiliki izin dalam mengelolanya (Lestianingrum, 2021).

Tiga pendekatan utama untuk mendefinisikan limbah bahan berbahaya yaitu (1) sebuah deskripsi kualitatif pada asalnya, tipe, dan pendukungnya, (2) klasifikasi dengan dasar karakteristik terutama berdasarkan prosedur tes, dan (3) dengan cara konsentrasi zat-zat spesifik yang berbahaya. Limbah dogolongkan menurut tipe umum, misalnya “*spent halogenated solvents*” atau pelarut terhalogenasi atau oleh sumber-sumber industri misalnya “*picking liquour from steel manufacturing*” atau mendapat cairan dari industri manufaktur baja (Riyanto, 2014).

2.1.2 Jenis Limbah

Penjabaran dari pengelolaan limbah B3 tertuang dalam Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun yang mengatur semua hal terkait limbah B3 mulai dari limbah dihasilkan hingga dikelola akhir. Sifat dan karakteristik dari setiap limbah yang dihasilkan telah diidentifikasi dengan detail melalui pemberian kode limbah yang unik, sesuai dengan tingkat bahaya yang ditimbulkan baik yang berdampak kepada makhluk hidup maupun lingkungan (Riyanto, 2014).

Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 menetapkan limbah B3 berdasarkan kategori bahayanya dibagi dalam dua kategori. Limbah B3 dengan kategori 1 merupakan limbah B3 yang berdampak akut dan langsung terhadap manusia, serta dipastikan akan berdampak negatif terhadap lingkungan hidup.

Sedangkan limbah B3 dengan kategori 2 merupakan limbah B3 yang memiliki dampak efek tunda (*delayed effect*), dimana dampak yang ditimbulkan bersifat tidak langsung terhadap manusia dan lingkungan hidup serta memiliki toksisitas subkronis atau kronis (Riyanto, 2014).

Penetapan limbah B3 berdasarkan sumber dihasilkannya terdiri atas tiga kategori, diantaranya (Riyanto, 2014):

1. Limbah B3 dari sumber tidak spesifik

Kategori limbah B3 ini ada 53 jenis. Pada umumnya bukan berasal dari proses utama suatu kegiatan, tetapi berasal dari kegiatan lain diluar proses utama suatu kegiatan, diantaranya pemeliharaan alat, pencucian, pencegahan korosi atau inhibitor korosi, pelarutan kerak, dan pengemasan.

2. Limbah B3 dari B3 Kadaluarsa

B3 yang tumpah, B3 yang tidak memenuhi spesifikasi produk yang akan dibuang, dan bekas kemasan B3; kategori limbah B3 ini ada 376 jenis yang berasal dari berbagai industri/ kegiatan.

3. Limbah B3 dari sumber spesifik

Kategori limbah B3 ini adalah merupakan sisa dari proses suatu industri atau kegiatan yang secara spesifik dapat ditentukan. Limbah B3 dari sumber spesifik dibagi menjadi 2 sub kategori meliputi:

- a. Limbah B3 dari sumber spesifik umum; kategori limbah ini ada 57 jenis yang berasal dari berbagai industri/ kegiatan.
- b. Limbah B3 dari sumber spesifik khusus; kategori ini ada 17 jenis yang berasal dari berbagai industri.

2.1.3 Karakteristik Limbah

Setiap jenis limbah B3 memiliki karakteristik yang berbeda, sehingga membutuhkan pengelolaan yang berbeda pula. Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia (2013) tentang Simbol dan Label Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, karakteristik limbah B3 dibagi menjadi 8 sifat, diantaranya (Riyanto, 2014):

1. Mudah Meledak (*Explosive-E*) Limbah B3 mudah meledak adalah limbah yang pada suhu dan tekanan standar yaitu 25° C atau 760 mmHg dapat meledak, atau

melalui reaksi kimia dan/ atau fisika dapat menghasilkan gas dengan suhu dan tekanan tinggi yang dengan cepat dapat merusak lingkungan sekitarnya.

2. Mudah Menyala (*Ignitable-I*)

Limbah B3 bersifat mudah menyala adalah limbah yang memiliki salah satu atau lebih sifat-sifat berikut:

- a. Limbah berupa cairan yang mengandung alkohol kurang dari 24% volume dan/ atau pada titik nyala tidak lebih dari 60° C atau 140° F akan menyala jika terjadi kontak dengan api, percikan api atau sumber nyala lain pada tekanan udara 760 mmHg. Pengujian sifat mudah menyala untuk limbah bersifat cair dilakukan menggunakan *seta closed tester*, *pensky martens closed cup*, atau metode lain yang setara dan termutakhir; dan atau
- b. Limbah yang bukan berupa cairan, yang pada temperatur dan tekanan standar yaitu 25° C atau 760 mmHg mudah menyala melalui gesekan, penyerapan uap air atau perubahan kimia secara spontan dan jika menyala dapat menyebabkan nyala terus menerus. Sifat ini dapat diketahui secara langsung tanpa harus melalui pengujian di laboratorium.

3. Reaktif (*Reactive-R*)

Limbah B3 reaktif adalah Limbah yang memiliki salah satu atau lebih sifat-sifat berikut:

- a. Limbah yang pada keadaan normal tidak stabil dan dapat menyebabkan perubahan tanpa peledakan. Limbah ini secara visual menunjukkan adanya antara lain gelembung gas, asap, dan perubahan warna
- b. Limbah yang jika bercampur dengan air berpotensi menimbulkan ledakan, menghasilkan gas, uap, atau asap. Sifat ini dapat diketahui secara langsung tanpa melalui pengujian di laboratorium; dan/ atau
- c. Merupakan limbah sianida, sulfida yang pada kondisi pH antara 2 dan 12,5 dapat menghasilkan gas, uap, atau asap beracun. Sifat ini dapat diketahui melalui pengujian limbah yang dilakukan secara kualitatif

4. Beracun (*Toxic-T*)

Limbah B3 beracun adalah limbah yang memiliki karakteristik beracun berdasarkan uji penentuan karakteristik beracun melalui TCLP, Uji Toksikologi LD₅₀, dan uji subkronis

5. Infeksius (*Infectious-X*)

Limbah B3 bersifat infeksius yaitu limbah medis padat yang terkontaminasi organisme patogen yang tidak secara rutin ada di lingkungan, dan organisme tersebut dalam jumlah dan virulensi yang cukup untuk menularkan penyakit pada manusia rentan.

6. Korosif (*Corrosive-C*)

Limbah B3 bersifat korosif adalah limbah yang memiliki saah satu atau lebih sifat-sifat berikut:

- a. Limbah dengan pH sama atau kurang dari 2 untuk limbah bersifat asam dan sama atau lebih besar dari 12,5 untuk yang bersifat basa. Sifat korosif dari limbah padat dilakukan dengan mencampurkan limbah dengan air sesuai dengan metode yang berlaku dan jika limbah dengan pH lebih kecil atau sama dengan 2 untuk limbah bersifat asam dan pH lebih besar atau sama dengan 12, 5 untuk yang bersifat basa; dan/ atau
- b. Limbah yang menyebabkan tingkat iritasi yang ditandai dengan adanya kemerahan atau eritema dan pembengkakan atau edema. Sifat ini dapat diketahui dengan melakukan pengujian pada hewan uji mencit dengan menggunakan metode yang berlaku.

7. Berbahaya terhadap lingkungan

Berbagai bahan yang tidak termasuk dalam golongan bahaya tersebut sebelumnya tetapi mempunyai potensi sifat bahaya dalam hal pengangkutan, penyimpanan, proses sehingga mempunyai golongan tersendiri (*miscellaneous*).

2.1.4 Simbol Limbah B3

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 14 tahun 2013 setiap simbol limbah B3 adalah satu gambar tertentu untuk menandakan karakteristik limbah B3 dalam suatu pengemasan, penyimpanan, pengumpulan atau pengangkutan. Terdapat 9 (sembilan) jenis simbol limbah B3 untuk penandaan karakteristik limbah B3 yaitu:

1. Simbol limbah B3 untuk Limbah B3 Mudah Meledak

Warna dasar bahan jingga atau orange, memuat gambar berupa suatu materi limbah yang meledak berwarna hitam terletak di bawah sudut atas garis ketupat bagian dalam. Pada bagian tengah terdapat tulisan MUDAH MELEDDAK berwarna hitam yang diapit oleh 2 (dua) garis sejajar berwarna hitam sehingga membentuk 2 (dua) garis sejajar berwarna hitam sehingga membentuk 2 (dua) bangun segitiga sama kaki pada bagian dalam belah ketupat. Blok segilima berwarna merah.



Gambar 1 Simbol limbah B3 mudah meledak

2. Simbol Limbah B3 untuk Limbah B3 Mudah Menyala

Terdapat 2 (dua) macam simbol limbah B3 untuk limbah B3 mudah menyala, yaitu simbol limbah B3 untuk limbah B3 berupa cairan mudah menyala dan simbol limbah B3 untuk limbah B3 berupa padatan mudah menyala:

a. Simbol Limbah B3 untuk Limbah B3 berupa cairan mudah menyala

Bahan dasar berwarna merah, memuat gambar berupa lidah api berwarna putih yang menyala pada suatu permukaan berwarna putih terletak di bawah sudut atas garis ketupat bagian dalam. Pada bagian tengah terdapat tulisan CAIRAN dan di bawahnya terdapat tulisan MUDAH MENYALA berwarna putih. Blok segilima berwarna putih.



Gambar 2 Simbol limbah B3 berupa cairan mudah menyala

- b. Simbol Limbah B3 untuk Limbah B3 berupa padatan mudah menyala
- Dasar simbol limbah B3 terdiri dari warna merah dan putih yang berjajar vertikal berselingan, memuat gambar berupa lidah api berwarna hitam yang menyala pada suatu bidang berwarna hitam. Pada bagian tengah terdapat tulisan PADATAN dan di bawahnya terdapat tulisan MUDAH MENYALA berwarna hitam. Blok segilima berwarna kebalikan dari warna dasar Simbol Limbah B3.



Gambar 3 Simbol limbah B3 berupa padatan mudah menyala

3. Simbol Limbah B3 untuk Limbah B3 Reaktif
- Bahan dasar berwarna kuning, memuat gambar berupa lingkaran hitam dengan asap berwarna hitam mengarah ke atas yang terletak pada suatu permukaan garis berwarna hitam. Di sebelah bawah gambar terdapat tulisan REAKTIF berwarna hitam. Blok segilima berwarna merah.



Gambar 4 Simbol limbah B3 reaktif

4. Simbol Limbah B3 untuk Limbah B3 Beracun

Bahan dasar berwarna putih, memuat gambar berupa tengkorak manusia dengan tulang bersilang berwarna putih dengan garis tepi berwarna hitam. Pada sebelah bawah gambar simbol terdapat tulisan BERACUN berwarna hitam, serta blok segilima berwarna merah.



Gambar 5 Simbol limbah B3 beracun

5. Simbol Limbah B3 untuk Limbah B3 Korosif

Belah ketupat terbagi pada garis horisontal menjadi dua bidang segitiga. Pada bagian atas yang berwarna putih terdapat 2 (dua) gambar, yaitu di sebelah kiri adalah gambar tetesan limbah korosif yang merusak pelat bahan berwarna hitam, dan di sebelah kanan adalah gambar telapak tangan kanan yang terkena tetesan limbah B3 korosif. Pada bagian bawah, bidang segitiga berwarna hitam, terdapat tulisan KOROSIF berwarna putih, serta blok segilima berwarna merah.



Gambar 6 Simbol limbah B3 korosif

6. Limbah B3 untuk Limbah B3 Infeksius

Warna dasar bahan adalah putih dengan garis pembentuk belah ketupat bagian dalam berwarna hitam, memuat gambar infeksius berwarna hitam terletak di sebelah bawah sudut atas garis belah ketupat bagian dalam. Pada bagian tengah terdapat tulisan INFEKSIUS berwarna hitam, dan di bawahnya terdapat blok segilima berwarna merah.



Gambar 7 Simbol limbah B3 infeksius

7. Simbol Limbah B3 untuk Limbah B3 Berbahaya terhadap Perairan

Warna dasar bahan adalah putih dengan garis pembentuk belah ketupat bagian dalam berwarna hitam, memuat gambar berupa pohon berwarna hitam, gambar ikan berwarna putih, dan gambar tumpahan limbah B3 berwarna hitam yang terletak di sebelah garis belah ketupat bagian dalam. Pada bagian tengah bawah terdapat tulisan BERBAHAYA TERHADAP dan di bawahnya terdapat tulisan LINGKUNGAN berwarna hitam, serta blok segilima berwarna merah.



Gambar 8 Simbol limbah B3 berbahaya terhadap lingkungan

2.1.5 Label dan Pelekatan Simbol

Label limbah B3 merupakan penandaan pelengkap yang berfungsi memberikan informasi dasar mengenai kondisi kualitatif dan kuantitatif dari suatu limbah B3 yang dikemas. Terdapat 3 (tiga) jenis label limbah B3 yang berkaitan dengan sistem pengemasan limbah B3 yaitu:

1. Label Limbah B3 untuk wadah dan/ atau kemasan Limbah B3

Label limbah B3 berfungsi untuk memberikan informasi tentang asal usul limbah B3, identitas limbah B3, serta kuantifikasi limbah B3 dalam kemasan limbah B3. Label limbah B3 berukuran paling rendah 15 cm x 20 cm (lima belas centimeter kali dua puluh centimeter), dengan warna dasar kuning serta garis tepi berwarna hitam, dan tulisan identitas berwarna hitam serta tulisan PERINGATAN! Dengan huruf yang lebih besar berwarna merah

PERINGATAN !	
LIMBAH BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN	
PENGHASIL	:
ALAMAT	:
TELP.	:
	FAX. :
NOMOR PENGHASIL	:
TGL. PENGEMASAN	:
JENIS LIMBAH	:
KODE LIMBAH	:
JUMLAH LIMBAH	:
SIFAT LIMBAH	:
	NOMOR :

Gambar 9 Label limbah B3

Label limbah B3 diisi dengan huruf cetak yang jelas terbaca dan tidak mudah terhapus serta dipasang pada setiap kemasan limbah B3, dan yang disimpan di tempat penyimpanan. Pada label limbah B3 wajib dicantumkan identitas sebagai berikut:

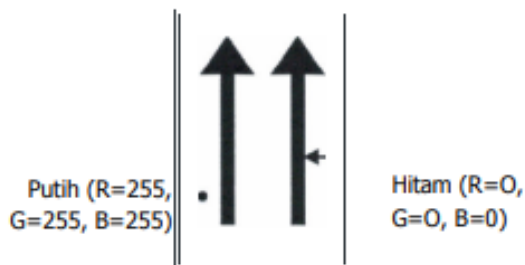
- a. Penghasil, nama perusahaan yang menghasilkan limbah B3 dalam kemasan
 - b. Alamat, alamat jelas perusahaan di atas, termasuk kode wilayah
 - c. Telp, nomor telepon penghasil, termasuk kode area
 - d. Fax. Nomor faksimile penghasil, termasuk kode area
 - e. Nomor penghasil, nomor yang diberikan Kementerian Lingkungan Hidup kepada penghasil ketika melaporkan
 - f. Tgl. Pengemasan, data tanggal saat pengemasan dilakukan
 - g. Jenis limbah, keterangan limbah berkaitan dengan fasa atau kelompok jenisnya (cair, padat, sludge, anorganik, atau organik, dll)
 - h. Kode limbah, kode limbah yang dikemas, didasarkan pada daftar limbah B3 dalam Lampiran I PP 85 tahun 1999
 - i. Jumlah limbah, jumlah total kuantitas limbah dalam kemasan (ton, kg, atau m³).
 - j. Sifat limbah, karakteristik limbah B3 yang dikemas (sesuai simbol limbah B3 yang dipasang)
 - k. Nomor, nomor urut pengemasan
2. Label limbah B3 untuk wadah dan/ atau kemasan limbah B3 kosong
- Bentuk dasar label limbah B3 untuk wadah dan/ atau kemasan limbah B3 kosong sama dengan bentuk dasar simbol limbah B3, label limbah B3 yang dipasang pada wadah dan/ atau kemasan dengan ukuran paling rendah 10 cm x 10 cm (sepuluh centimeter kali sepuluh centimeter) dan pada bagian tengah terdapat tulisan KOSONG berwarna hitam di tengahnya.



Gambar 10 Label limbah B3 wadah dan/ atau kemasan limbah B3 kosong

3. Label limbah B3 untuk penunjuk tutup wadah dan/ atau kemasan

Label limbah B3 untuk penunjuk tutup wadah dan/ atau kemasan label berukuran paling rendah 7 cm x 15 cm (tujuh centimeter kali lima belas centimeter) dengan warna dasar putih dan terdapat gambar yang terdiri dari 2 (dua) buah anak panah mengarah ke atas yang berdiri sejajar di atas blok hitam terdapat dalam frame hitam. Label terbuat dari bahan yang tidak mudah rusak karena goresan atau akibat terkena limbah dan bahan kimia lainnya.



Gambar 11 Label limbah B3 penandaan posisi tutup wadah dan/ atau kemasan limbah B3

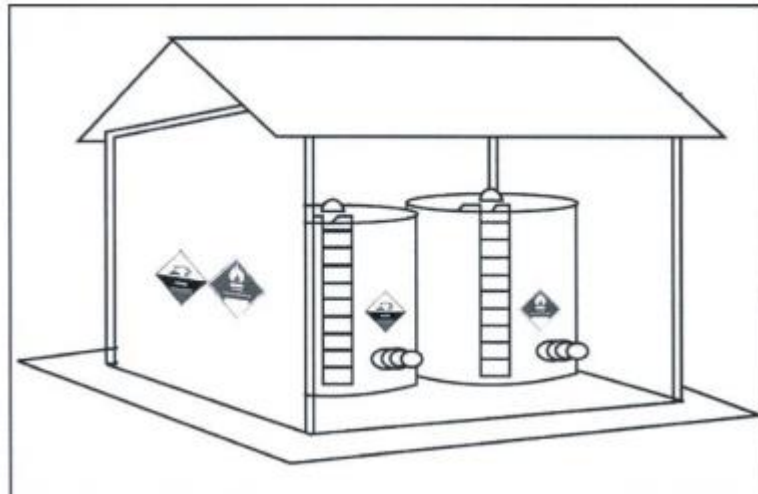
Selain itu dalam permenLH Nomor 13 tahun 2014 menjelaskan bahwa pelekatan simbol limbah B3 dibagi kedalam tiga, dua diantaranya adalah:

1. Simbol limbah B3 pada wadah dan/ atau kemasan Limbah B3

Simbol limbah B3 yang dilekatkan pada wadah dan/ atau kemasan limbah B3 harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- a. Jenis simbol limbah B3 yang dilekatkan harus sesuai dengan karakteristik limbah B3 yang di wadah dan/ atau dikemasanya, apabila limbah B3 di dalam wadah dan atau kemasan:

- 1) Memiliki 1 (satu) karakteristik, maka wadah dan/ atau kemasannya wajib dilekati dengan simbol limbah B3 sesuai dengan karakteristik limbah B3 yang dikemas
 - 2) Memiliki lebih dari 1 (satu) karakteristik, wadah dan/ atau kemasannya wajib dilekati dengan simbol limbah B3 dengan masing-masing karakteristik yang dominan, karakteristik dominan adalah karakteristik yang terlebih dahulu harus ditangani dalam keadaan darurat seperti kecelakaan
 - 3) Tidak memiliki karakteristik mudah meledak, mudah menyala, reaktif, beracun, infeksius, atau korosif, pada wadah dan/ atau kemasan, tempat penyimpanan, atau alat angkut limbah B3 harus dilekati dengan simbol limbah B3 berbahaya terhadap lingkungan
- b. Dilekatkan pada sisi-sisi wadah dan/ atau kemasan yang tidak terhalang oleh wadah dan/ atau kemasan lain dan mudah dilihat
 - c. Simbol limbah B3 tidak boleh terlepas atau dilepas dan diganti dengan simbol limbah B3 lain sebelum wadah dan/ atau kemasan dikosongkan dan dibersihkan dari sisa limbah B3
2. Simbol limbah B3 pada tempat penyimpanan limbah B3
- Gudang tempat penyimpanan limbah B3 harus dilekati dengan simbol limbah B3 dengan mengikuti ketentuan sebagai berikut:
- a. Jenis simbol limbah B3 yang dilekati harus sesuai dengan karakteristik limbah B3 yang disimpan, apabila limbah B3 yang disimpan:
 - b. Simbol limbah B3 dilekati pada setiap pintu tempat penyimpanan limbah B3 dan bagian luar dinding yang tidak terhalang
 - c. Selama tempat penyimpanan masih difungsikan, simbol limbah B3 tidak boleh terlepas atau dilepas dan diganti dengan simbol limbah B3 lain, kecuali jika akan digunakan untuk penyimpanan limbah B3 dengan karakteristik yang berlainan



Gambar 12 Contoh pelekatan simbol limbah B3 pada tempat ppenyimpanan dengan 2 (dua) karakteristik dominan (predominan), yaitu korosif dan mudah menyala

2.2 Limbah Laboratorium

Berdasarkan lampiran 1 peraturan pemerintah nomor 101 Tahun 2014 tentang pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun, terdapat 57 jenis industri/kegiatan yang menghasilkan limbah B3 dari sumber spesifik umum, salah satunya adalah Laboratorium riset dan komersial. Berikut adalah uraian terkait laboratorium:

2.2.1 Defenisi Laboratorium

Menurut Pasal 1 ayat 3 Permenpan Nomor 3 Tahun 2010 dinyatakan bahwa laboratorium pendidikan yang selanjutnya disebut laboratorium adalah unit penunjang akademik pada lembaga pendidikan, berupa ruangan tertutup atau terbuka, bersifat permanen atau bergerak, dikelola secara sistematis untuk kegiatan pengujian, kalibrasi, dan atau produksi dalam skala terbatas, dengan menggunakan peralatan dan bahan berdasarkan metode keilmuan tertentu, dalam rangka pelaksanaan pendidikan, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat.

2.2.2 Tipe Laboratorium

Untuk memudahkan pengelolaannya, laboratorium dibagi menjadi empat tipe, yaitu:

1. Laboratorium Tipe I

Laboratorium tipe I terdapat di sekolah menengah atau unit pelaksana teknis. Peralatan yang digunakan termasuk dalam peralatan kategori I dan II. Sedangkan bahan yang digunakan termasuk bahan kategori umum

2. Laboratorium Tipe II

Laboratorium tipe II terdapat di perguruan tinggi tingkat awal atau unit pelaksana teknis. Peralatan yang digunakan masih kategori I dan II. Sedangkan bahan yang digunakan juga masih termasuk dalam kategori umum

3. Laboratorium Tipe III

Laboratorium tipe III terdapat di jurusan/ program studi atau unit pelaksana teknis. Peralatan yang digunakan meliputi peralatan kategori I, II dan III. Sedangkan bahan yang dikelola termasuk kategori umum dan khusus untuk melayani kegiatan pendidikan dan penelitian mahasiswa atau dosen.

4. Laboratorium Tipe IV

Laboratorium tipe IV adalah laboratorium terpadu yang ada di fakultas atau universitas atau unit pelaksana teknis . Laboratorium ini melayani kegiatan penelitian mahasiswa atau dosen dan pengabdian kepada masyarakat. Sedangkan peralatan dan bahan yang digunakan sama seperti pada laboratorium tipe III.

2.2.3 Sarana dan Prasarana Laboratorium

Berikut adalah sarana dan prasana yang terdapat di laboratorium (Astuti, 2020) :

1. Sarana

- a. Perabot (meja, kursi, lemari, rak dan sebagainya)
- b. Peralatan pendidikan (alat peraga, alat ukur, alat optik, alat analisis, alat penunjang, dan lain-lain)
- c. Media pendidikan (foto, papan tulis, papan pengumuman, gambar model, poster, atau bagan yang digunakan untuk menjelaskan suatu hal)

- d. Buku dan sumber belajar lainnya (buku petunjuk, operasi alat, katalog alat, buku inventaris alat- bahan, buku catatan kegiatan, buku peminjaman alat dan lain-lain.
- e. Bahan habis pakai (bahan kimia dan kertas saring)
- f. Perlengkapan lain yang diperlukan (masker, jas laboratorium, alat tulis, kotak P3K beserta isinya, alat pemadam kebakaran, alat pembersih ruangan)

2. Prasarana

a. Bangunan

Menurut Peraturan Menteri Pendidikan Nasional RI Nomor 24 Tahun 2007 bangunan gedung harus:

- 1) Memenuhi persyaratan kesehatan
- 2) Memenuhi persyaratan kenyamanan
- 3) Dilengkapi sistem keamanan
- 4) Dilengkapi instalasi listrik
- 5) Dilengkapi instalasi air
- 6) Dilengkapi jaringan telekomunikasi
- 7) Dilengkapi pendukung keselamatan kerja
- 8) Dilengkapi instalasi gas

b. Ruangan

Ruang laboratorium menurut Peraturan Menteri Pendidikan Nasional RI Nomor 24 Tahun 2007 harus dapat menampung minimal satu rombongan belajar (20 orang) dimana luas ruang laboratorium minimal $2,4 \text{ m}^2$ / peserta didik serta ruang penyimpanan laboratorium adalah 5 m. Umumnya ruang laboratorium terdiri dari beberapa ruang, yaitu:

1) Ruang utama

Ruang utama adalah ruang tempat para siswa/ mahasiswa melakukan kegiatan praktikum atau penelitian. Ukuran ruang utama lebih besar dibanding ruang lainnya.

2) Ruang pelengkap

Ruang pelengkap biasanya terdiri dari:

a) Ruang persiapan

Ruang persiapan digunakan untuk menyiapkan alat-alat dan bahan-bahan yang akan dipakai praktikum dan penelitian

b) Ruang penyimpanan

Ruang penyimpanan (gudang) digunakan untuk menyimpan bahan-bahan kimia dan alat-alat laboratorium di dalam gudang tidak boleh disatukan dengan bahan kimia

c) Ruang staf

Ruang staf digunakan untuk pengelola laboratorium

d) Ruang khusus

Ruang khusus ini bisa berupa ruang gelap, ruang asam, ruang spesimen, ruang ber-AC untuk menyimpan peralatan tertentu, ruang istirahat/ ibadah atau ruang lainnya sesuai kebutuhan.

2.2.4 Bahan Laboratorium

Bahan laboratorium menurut Permenpan Nomor 3 Tahun 2010 adalah segala sesuatu yang diolah/ digunakan untuk pengujian, kalibrasi dan/ atau produksi dalam skala terbatas. Bahan Laboratorium menurut Astuti, R. (2020) dibagi menjadi 2 (dua) kategori, yaitu:

1. Bahan Khusus

Bahan khusus adalah bahan yang penanganannya memerlukan perlakuan dan persyaratan khusus. Yang termasuk bahan khusus adalah semua bahan kimia. Menurut Permenpan Nomor 23 Tahun 2013, defensi bahan kimia adalah semua materi berupa unsur, senyawa tunggal dan atau campuran yang berwujud padat, cair atau gas. Pada dasarnya hampir semua bahan kimia di laboratorium adalah berbahaya. Ada yang reaksinya lambat dan ada yang reaksinya cepat. Berdasarkan tingkat kemurnian zat, bahan kimia dikelompokkan menjadi 4 (empat) yaitu:

a. *Technical grade* (Tingkat teknis)

Bahan kimia ini umumnya digunakan untuk kebutuhan industri, proses produksi, larutan pembersih atau pencuci dan untuk larutan pereaksi kualitatif. Harga bahan kimia tingkat teknis paling murah dibanding yang lain. Bahan kimia ini dihitung kadar/ konsentrasinya hanya dengan hitungan

stokiometri tanpa analisa secara kuantitatif. Contoh bahan kimia tingkat teknis adalah *wash benzene*, alkohol 70%, dan natrium hidroksida.

b. *Pharmaceutical grade* (Tingkat Farmasi)

Bahan kimia tingkat ini digunakan untuk kebutuhan farmasi dan kedokteran dimana tingkat kemurniannya memenuhi standar USP (*United States Pharmacopeia*). Biasanya untuk pembuatan kosmetik dan bahan makanan. Kualitas bahan kimia ini bisa dikonsumsi tetapi harus sesuai dengan ambang batas pemakaian per hari. Hal ini karena masih mengandung bahan berbahaya meskipun dengan komposisi sangat kecil. Contoh bahan kimia tingkat farmasi adalah asam askorbat, amoksisilin dan natrium diklofenak.

c. *Chemically pure grade/ general purpose reagent* (tingkat murni)

Bahan kimia tingkat ini lebih murni dari pada *pharmaceutical grade*, dimana setiap pabrik pembuatannya mencantumkan keterangan mengenai tingkat kemurniannya. Umumnya bahan kimia ini bisa digunakan untuk pereaksi analisis. Contoh bahan kimia tingkat murni adalah magnesium hidroksida, kalium karbonat, dan *metil orange*.

d. *Analyzed grade/ pro analys* (Tingkat pereaksi/ PA)

Bahan kimia tingkat ini harganya paling mahal karena mempunyai kemurnian tertinggi. Disebut demikian karena memenuhi aturan standar yang ditetapkan *The American Chemical Society Committee on Analytical Reagents*. Pada label pereaksi, pabrik pembuatannya mencantumkan pernyataan "*Conforms to ACS Specifications*". Selain itu juga dicantumkan daftar impuritis dan persen kemurniannya. Tingkat kemurniannya 99,5-100% cukup memenuhi persyaratan analisis. Bahan kimia ini cocok digunakan untuk penelitian di laboratorium karena mempunyai kemurnian yang tinggi sehingga bebas dari zat pengotor yang akan mengganggu hasil percobaan. Bahan kimia PA biasanya untuk pereaksi primer atau sekunder. Contoh: asam klorida, kalium permanganat, dan asam sulfat

2. Bahan Umum

Bahan umum adalah kebalikan dari bahan khusus. Yang termasuk bahan umum misalnya sampel untuk penelitian, vaselin, aluminium foil, masker, kertas saring, kapas, kertas lakmus, benang wol, kertas pH, silica gel dan akuades.

2.2.5 Bahan B3 Laboratorium

Di laboratorium cenderung bekerja dengan konsentrasi yang kecil, seperti miligram atau gram, dan cenderung bekerja dengan beragam variasi bahan kimia. Dalam laboratorium terdiri dari beberapa bahan berbahaya. Bahan berbahaya tersebut dapat dikelompokkan menjadi (McKusick, 1981 dalam Larastika, 2011):

1. Bahan berbahaya fisik

Bahan berbahaya fisik terdiri dari api, ledakan, kejut listrik, *cut*. Bahan berbahaya fisik ini selalu berhubungan dengan bahan berbahaya kimia. Pemanas listrik dapat digunakan sebagai pengganti pemanas bunsen agar lebih aman dan mengurangi potensi api dan ledakan. Selain itu, untuk menghindari timbulnya api atau ledakan, dapat dilakukan dengan membatasi jumlah cairan *flammable* dan *explosion*.

2. Bahan berbahaya kimia

Semua bahan kimia berpotensi membahayakan. Upaya yang paling tepat mengontrol bahan kimia berbahaya adalah meminimisasi *exposure* bahan kimia.

2.2.6 Kompabilitas Limbah Kimia

Saat menyiapkan limbah kimia untuk dibuang, merupakan tanggung jawab generator untuk memastikan bahwa bahan kimia yang tidak kompatibel tidak tercampur dalam wadah yang sama. Langkah pertama dalam menentukan ketidakcocokan bahan kimia adalah meninjau Lembar Data Keamanan Bahan dimana ketidaksesuaian akan dicantumkan di bagian reaktivitas, beberapa contoh umum adalah:

1. Senyawa yang reaktif terhadap asam (misalnya sianida, sulfida) yang menghasilkan produk gas ketika diasamkan tidak boleh dicampur dengan asam anorganik (misalnya asam sulfat atau asam klorida)
2. Asam organik (misalnya asam asetat glasial) harus dipisahkan dari asam anorganik. Umumnya asam anorganik merupakan zat pengoksidasi sedangkan beberapa asam organik dapat berupa zat pereduksi atau mudah terbakar

3. Bahan yang reaktif terhadap air (misalnya natrium, kalium) harus dijauhkan dari bahan apapun sumber air.
4. Pengoksidasi (yaitu senyawa anorganik apapun yang membantu terjadinya kebakaran seperti hidrogen peroksida, timbal nitrat) tidak boleh dicampur dengan bahan organik (misalnya basa organik seperti piridilin, anilin, amina, pelarut yang mudah terbakar seperti toluena, aseton) atau zat pereduksi (misalnya bahan kimia yang reaktif terhadap air seperti natrium)
5. Asam perklorat, meskipun merupakan asam anorganik, merupakan oksidator yang kuat dan seharusnya demikian dianggap sebagai pengoksidasi kuat dalam bentuk pekatnya.

Untuk lebih lanjut, tabel yang memberikan informasi terkait kelas umum bahan kimia yang tidak kompatibel dapat dilihat pada **Lampiran 2**, untuk bahan kimia lainnya dapat dilihat pada lembar data keamanan bahan terkait.

2.2.7 Pembuangan Bahan Kimia Khusus Laboratorium

Seluruh limbah bahan kimia tidak boleh dibuang langsung ke saluran drainase. Beberapa bahan kimia memiliki penanganan khusus sebelum dibuang ke saluran. Berikut merupakan contoh bahan kimia yang memiliki penanganan khusus sebelum dibuang (Soemantojo, 2002 dalam Larastika, 2011)

1. Halida asam organik (asetil klorida, benzoil klorida, asetil bromida)

Campur limbah bahan kimia ini dengan NaHCO_3 dalam wadah gelas atau plastik, lalu tambahkan air dalam jumlah banyak sambil diaduk. Setelah itu, limbah bahan kimia ini baru dapat dibuang ke dalam bak air diikuti banyak air.
2. Senyawa halida

Campur limbah bahan kimia ini dengan NaHCO_3 dalam wadah penguap, lalu semprot dengan NH_4OH 6M dan aduk serta tambah es untuk mendinginkan hasil reaksi. Setelah habis uap NH_4Cl , tambah air dan aduk. Netralkan dengan HCl sebelum dibuang bersama-sama air.
3. Aldehida
 - a. Serap bahan kimia ini dengan absorben kemudian bakar secara terbuka atau dalam insinerator.
 - b. Larutkan dalam aseton atau benzena, bakar dalam insinerator

4. Halida organik dan senyawanya (aldrin, klordan, dieldein, lindane, *tetra ethyl lead*, vinil klorida)
 - a. Tuangkan kedalam NaHCO_3 atau campuran pasir dan NaOH 9:1 diaduk seksama dan pindahkan ke dalam insinerator
 - b. Larutkan kedalam pelarut organik mudah terbakar (aseton, benzena) kemudian bakar dalam insinerator
5. Asam organik tersubstitusi (asam benzen sulfonat, asam kloroasetat, asam trikloroasetat, asam fluoroasetat)
 - a. Tuangkan kedalam NaHCO_3 berlebihan, campur dan tambahkan air. Biarkan 24 jam kemudian buang perlahan-lahan bersama sejumlah air
 - b. Tuangkan kedalam absorben dalam insinerator. Tutup dengan sisa kayu atau kertas, siram dengan alkohol bekas dan bakar
 - c. Larutkan dalam pelarut mudah terbakar atau sisa alkohol. Bakar dalam insinerator
6. Amin aromatik terhalogenasi dan senyawa nitro (diklorobenzena, dinitroanilin, endrin, metil isotiosianat, nitrobenzene, nitrofenol)
 - a. Serap dengan kertas, uapkan dalam lemari asap dan bakar
 - b. Serap dengan pasir + NaHCO_3 , campur dengan porongan kertas dan bakar dalam insinerator
 - c. Dibakar langsung dalam insinerator dilengkapi *scrubber*
 - d. Campur dengan pelarut mudah terbakar (alkohol, benzena) dan bakar dalam insinerator
7. Senyawa amin aromatik (anilin, benzidin, piridin)
 - a. Serap dengan campuran pasir dan NaOH 9:1, aduk dan campur dengan potongan kertas kemudian bakar dalam insinerator
 - b. Larutkan dalam pelarut mudah terbakar (alkohol, benzena) dan bakar dalam insinerator
8. Fosfat organik dan sejenisnya (malation, metil paration, paration, tributil fosfat)
 - a. Campur dengan pelarut mudah terbakar (alkohol, benzena) dan bakar dalam insinerator
 - b. Campur dengan kertas bekas dan bakar dalam insinerator dilengkapi *scrubber* alkali

9. Basa alkali dan amonia

Tuangkan dalam bak dan encerkan dengan air serta netralkan. Buang dalam pembuangan air biasa.

10. Bahan kimia oksidator

Tambahkan sejumlah pereduksi (hipo, bisulfit atau ferosulfat yang ditambah H_2SO_4 biarkan reaksi selesai dan netralkan dengan NaOH atau HCl lalu buang dengan banyak air

11. Bahan kimia reduktor

Campur dengan NaOH 1:1, tambah air sampai membentuk *slurry*. Tambahkan kalsium hipoklorit dan air, biarkan selama 2 jam. Netralkan kemudian buang dalam saluran air.

12. Sianida dan nitril

- a. Sianida ditambahkan ke dalam larutan basa dari kalsium hipoklorit berlebih. Biarkan 24 jam dan buang ke dalam pembuangan air
- b. Nitril ditambahkan ke dalam campuran NaOH- alkohol untuk membentuk sianat, biarkan 1 jam. Uapkan alkohol. Tambah kedalam residu sianat sejumlah larutan basa kalsium hipoklorit berlebih. Buang ke pembuangan air setelah dibiarkan 24 jam.

13. Eter

Siramkan ke atas tanah terbuka, biarkan menguap dan bakar dari jarak jauh dengan berhati-hati

14. Hidrokarbon, alkohol dan ester (benzena, antrasena, fenol, sikloheksan, toluene, metil-akrilat, minyak mentah)

Campurkan bahan berupa cairan dengan pelarut yang lebih mudah terbakar dalam insinerator. Bahan padatan dicampur kertas kemudian dibakar dalam insinerator.

15. Asam organik

Bahan cairan ataupun padat dicampur dengan pelarut organik yang mudah terbakar kemudian dibakar dalam insinerator

16. Asam anorganik

Tambahkan kedalam sejumlah besar NaOH dan $Ca(OH)_2$ buang campuran ke dalam saluran air mengalir

Universitas of Ontario Institute of Technology Durham dalam manual prosedur penanganan limbah berbahaya, menjelaskan bahwa terdapat hal-hal yang perlu diperhatikan sebelum membuang limbah mengandung bahan berbahaya ke pembuangan sanitasi, yaitu:

1. pH kurang dari 6,0
2. Dua atau lebih lapisan cairan terpisah
3. Suhu lebih dari 60° C
4. Total merkuri lebih besar dari 0.01 mg/l
5. Limbah bahan kimia berbahaya akut
6. Cairan yang mudah terbakar
7. Bahan bakar
8. Pewarna atau bahan pewarna yang dapat melewati saluran pembuangan dan mengubah warna saluran pembuangan limbah
9. Limbah bahan kimia berbahaya
10. Limbah yang mudah terbakar
11. Limbah patologis
12. Pestisida
13. Limbah reaktif
14. Limbah yang sangat beracun
15. PCB
16. Limbah radioaktif, kecuali dengan izin yang dikeluarkan

2.3 Limbah Perkantoran

Limbah perkantoran adalah limbah yang berpotensi menjadi limbah B3, limbah ini berasal dari limbah elektronik. Menurut UNEP (2007) dalam Nisa (2018) *European Union* mengategorikan sumber dan komposisi limbah elektronik ke dalam 10 kategori. Berikut kategori sumber limbah elektronik tertera pada tabel berikut:

Tabel 1 Kategori sumber limbah elektronik

Kategori	Contoh Peralatan
Peralatan elektronik rumah tangga ukuran besar	Lemari pendingin, <i>freezer</i> , mesin cuic, pengering pakaian, mesin pencuci piring, kompor listrik, kipas angin, <i>air conditioner</i> .
Peralatan elektronik rumah tangga ukuran kecil	<i>Vacuum cleaner</i> , pembersih karpet, pemanggang listrik, setrika, alat penggoreng listrik, <i>hair dryer</i> , mesin penggiling kopi, jam dinding.
Peralatan IT dan telekomunikasi	PC, CPU, laptop, mesin fotokopi, printer, notepad, mesin ketik listrik, faksimile, telepon, telepon seluler
Peralatan pencahayaan	Berbagai jenis lampu yang menggunakan listrik
Perkakas elektrik dan elektronik (kecuali perkakas industri stasioner skala besar)	Alat bor, gergaji listrik, mesin jahit, solder listrik
Peralatan elektronik mainan dan olahraga	Kereta dan mobil-mobilan listrik, video game, mesin koin, peralatan olahraga elektronik
Peralatan medis (kecuali limbah infeksius)	Peralatan radioterapi, kardiologi, dialisis, peralatan obat-obatan nuklir, ventilator pulmonary, peralatan laboratorium untuk diagnosis in-vitro
Peralatan monitor	Detektor asap, termostat, peralatan medis untuk pengukuran, instrumen kontrol dalam instalasi industri
Dispenser otomatis	Dispenser otomatis untuk minuman panas, dingin, botol, kaleng, dan mesin ATM.

Sedangkan menurut Garlapati (2016) dalam Nisa (2018) daftar komponen kimia berbahaya dan beracun dari limbah elektronik dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2 Komponen kimia berbahaya dan beracun limbah elektronik

Komponen	Zat Kimia	Aplikasi limbah elektronik
Senyawa halogen	Polychlorinated biphenyls	Kondensor, trafo, zat tahan api pada plastik unit pendingin isolasi kabel
	Polybrominated biphenyls	
	Polybrominated diphenyl eter	
	Chlorofluorocarbon	
Zat radioaktif	Polyvinyl chloride	Peralatan medis, detektor api, unsur perasa aktif pada detektor asap
	Americium	
Logam berat	Arsenik Barium Berilium	Pencahaya Potongan pada layar CRT Kotak power supply dan lapisan x-ray, baterai, lapisan fluorescent di layer CRT, tinta dan toner printer Data tapes, floppy disk Layar CRT, baterai, printed circuit board baterai mengandung litium Lampu fluorescent, baterai alkali Baterai, elektron pada layar CRT Lapisan <i>fluorescent</i> Mesin fotokopi Interior layar CRT
	Kadmium Kromium VI	
	Timbal Litium Merkuri	
	Nikel Rare earth elements	
	Selenium Seng sulfide	
Lain-lain	Debu toner	<i>Toner cartridge</i> pada printer/fotokopi laser

Sumber: Garlapati, (2016) dalam Nisa, (2018)

2.4 Perencanaan TPS B3

2.4.1 Regulasi dan Standarisasi TPS B3

Dalam perencanaan TPS khusus limbah B3 terdapat banyak aspek yang perlu dipertimbangkan. Diantaranya adalah aspek tata kelola mulai dari upaya

pengurangan, penyimpanan, pengangkutan, pemanfaatan, pengolahan hingga penimbunan. Regulasi dan standarisasi terkait hal tersebut dapat dilihat pada:

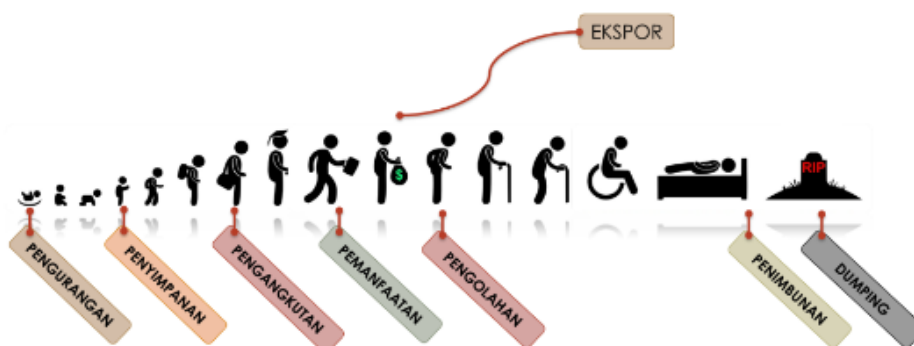
Tabel 3 Regulasi dan standarisasi terkait TPS B3

Peraturan	Pasal	Tentang
UU No. 32 Tahun 2009	Pasal 58-Pasal 61	Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
PP No. 101 Tahun 2014	Pasal 10-Pasal 190	Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (Pengurangan, Penyimpanan, Pengumpulan, Pengangkutan, Pemanfaatan, Pengolahan, Penimbunan)
	Lampiran II	Karakteristik Limbah B3
Kep. Ka. Bapedal Nomor: Kep-01/BAPEDAL/09/1955	Lampiran	Persyaratan pra pengemasan, persyaratan umum kemasan, prinsip pengemasan, persyaratan pengemasan, penyimpanan kemasan dan penempatan tangki limbah B3 dan Persyaratan Umum Bangunan TPS B3
Permen LHK No. 12 tahun 2020	Lampiran I	Rancang Bangun dan Tata Ruang TPS B3
	Pasal 12	Persyaratan Khusus Bangunan TPS B3
	Pasal 11 ayat (2)	Desain tempat penyimpanan berupa bangunan
Permen LHK No.14/2013	Lampiran	Gambar Simbol dan Label Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun
Permen LHK No. P.12/MENLHK/SETJEN/ PLB. 3/5/2020 Pasal 11 ayat 2	Pasal 11 ayat (2)	Konstruksi atap tanpa plafon dan bahan tidak mudah terbakar
Permen LHK No.4/2020	Pasal 3-Pasal 7	Pengangkutan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (Alat angkut)

Peraturan	Pasal	Tentang
SNI 03-6575-2001	-	Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaannya pada Bangunan Gedung
Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. 4 Tahun 1980	-	Alat Pemadam Api Ringan
SNI-19-3241-1994	-	Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan

2.4.2 Tata Kelola Limbah B3

Pengelolaan Limbah B3 berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 adalah kegiatan yang meliputi pengurangan, penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan, pemanfaatan, pengolahan, dan/ atau penimbunan. Berikut adalah uraian terkait pengelolaan limbah B3:



Gambar 13 Siklus pengelolaan limbah B3

2.4.2.1 Pengurangan

Pengurangan limbah B3 terdapat dalam Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 pada bab 3 dari pasal 10 hingga pasal 11. Pengurangan limbah B3 adalah kegiatan penghasil limbah B3 untuk mengurangi jumlah dan/ atau mengurangi sifat bahaya dan/ atau racun dari limbah B3 sebelum dihasilkan dari suatu usaha dan/ atau kegiatan. Setiap orang yang menghasilkan limbah B3 wajib melakukan pengurangan limbah B3. Pengurangan limbah B3 dapat dilakukan

melalui substitusi bahan, modifikasi proses dan penggunaan teknologi ramah lingkungan (PP No. 101. Tahun 2014).

Substitusi bahan dapat dilakukan melalui pemilihan bahan baku dan/ atau bahan penolong yang semula mengandung B3 digantikan dengan bahan baku dan/ atau bahan penolong yang tidak mengandung B3. Sedangkan modifikasi proses dapat dilakukan melalui pemilihan dan penerapan proses produksi yang lebih efisien (PP No. 101. Tahun 2014)

2.4.2.2 Penyimpanan

Defenisi penyimpanan limbah B3 di dalam peraturan pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 adalah kegiatan menyimpan limbah B3 yang dilakukan oleh penghasil limbah B3 dengan maksud menyimpan sementara limbah B3 yang dihasilkannya. Berdasarkan pembagian karakteristik maka cara penyimpanan setiap limbah B3 disesuaikan dengan sifat yang dimilikinya, agar tidak terjadi reaksi negatif diantara limbah yang disimpan (Lestianingrum, 2021).

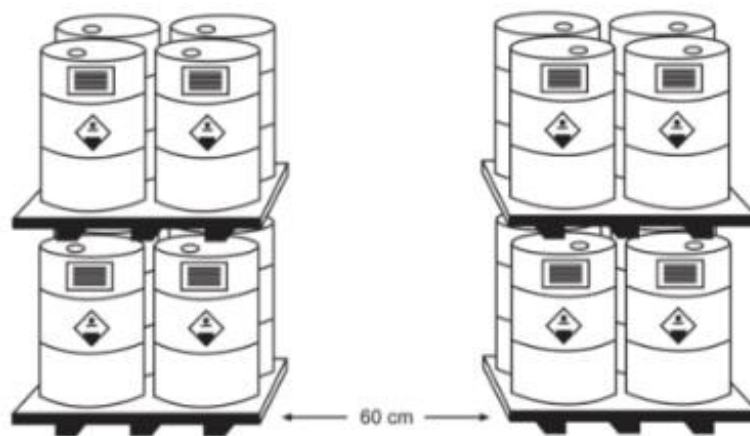
Pengemasan limbah B3 dilakukan dengan menggunakan kemasan yang terbuat dari bahan yang dapat mengemas limbah B3 sesuai dengan karakteristik limbah B3 yang akan disimpan; mampu mengungkung limbah B3 untuk tetap berada dalam kemasan; memiliki penutup yang kuat untuk mencegah terjadinya tumpahan saat dilakukan penyimpanan, pemindahan atau pengangkutan; dan berada dalam kondisi baik, tidak bocor, tidak berkarat, atau tidak rusak. Kemasan limbah B3 wajib dilekati label limbah B3 dan simbol limbah B3. Label limbah B3 paling sedikit meliputi keterangan mengenai: nama limbah B3, identitas penghasil limbah B3, tanggal dihasilkannya limbah B3, dan tanggal pengemasan limbah B3 (Lestianingrum, 2021).

Penyimpanan limbah B3 diatur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 pada bab iv mulai dari pasal 12 hingga pasal 30. Berdasarkan simbol dan label pada setiap kemasan maka informasi limbah B3 yang disimpan dapat membantu untuk pengelolaan selanjutnya serta memudahkan dalam penanganan keadaan darurat secara baik dan benar.



Gambar 14 Contoh pemberian simbol dan label di kemasan drum

Sumber: Lestianingrum, E. (2021)



Gambar 15 Contoh pola penyimpanan limbah B3 kemasan drum

Sumber: Lestianingrum, E. (2021)

Pengemasan limbah B3 dilakukan dengan cara menempatkan atau mewadahi limbah B3 untuk memudahkan penyimpanan dan/ atau pengumpulan dan/ atau pengangkutan sehingga aman bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Jenis dan bentuk kemasan yang digunakan harus sesuai dengan sifat dan karakteristik limbah. Penyimpanan juga harus bisa dipastikan aman untuk kurun waktu masa simpan di tempat penyimpanan sementara.

Masa waktu penyimpanan limbah B3 diatur dalam PP 101/2014 Pasal 28, dimana setiap pengelola limbah B3 yang telah memiliki izin wajib melakukan kegiatan penyimpanan dengan ketentuan sebagai berikut:

Tabel 4 Waktu penyimpanan limbah B3

Limbah B3 yang disimpan	Waktu Penyimpanan (maksimum)
Limbah B3 yang dihasilkan sebesar 50 kg/hari atau lebih	90 hari sejak limbah B3 dihasilkan
Limbah B3 yang dihasilkan < 50 kg/hari untuk limbah B3 kategori 1	180 hari sejak limbah B3 dihasilkan
Limbah B3 yang dihasilkan < 50 kg/ hari untuk limbah B3 kategori 2 dari sumber tidak spesifik dan sumber spesifik umum	365 hari sejak limbah B3 dihasilkan
Limbah B3 kategori 2 dari sumber spesifik khusus	365 hari sejak limbah B3 dihasilkan

Sumber: Lestianingrum, E. (2021)

Sebelum masa penyimpanan limbah B3 melampaui jangka waktu yang telah ditetapkan, setiap pengelola limbah B3 wajib melakukan pengelolaan lanjutan dan/ atau menyerahkan kepada pihak lain yang berizin. Pengelolaan limbah B3 selain wajib sesuai dengan izin pengelolaan, juga disesuaikan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Dalam penyimpanan limbah B3 hal lain yang perlu dipertimbangkan adalah pengemasan limbah B3 terdiri dari persyaratan pra pengemasan, persyaratan umum kemasan, prinsip pengemasan limbah B3 dan persyaratan pengemasan limbah B3, hal ini diatur dalam lampiran Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Nomor 09 Tahun 1995. Berikut adalah uraian terkait pengemasan limbah B3 (Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan, 1995):

1. Persyaratan pra pengemasan

- a. Setiap penghasil/ pengumpul limbah B3 harus dengan pasti mengetahui karakteristik bahaya dari setiap limbah B3 yang dihasilkan/ dikumpulkannya. Apabila ada keragu-raguan dengan karakteristik limbah B3 yang dihasilkan/ dikumpulkannya, maka terhadap limbah B3 tersebut harus dilakukan pengujian karakteristik di laboratorium yang telah mendapat persetujuan Bapedal dengan prosedur dan metode pengujian yang ditetapkan oleh Bapedal.
- b. Bagi penghasil yang menghasilkan limbah B3 yang sama secara terus, maka pengujian karakteristik masing-masing limbah B3 dapat dilakukan

sekurang-kurangnya satu kali. Apabila dalam perkembangannya terjadi perubahan kegiatan yang diperkirakan mengakibatkan berubahnya karakteristik masing-masing limbah B3 hasil kegiatan perubahan tersebut harus dilakukan pengujian kembali terhadap karakteristiknya

- c. Bentuk kemasan dan bahan kemasan dipilih berdasarkan kecocokannya terhadap jenis dan karakteristik limbah yang akan dikemasnya
2. Persyaratan umum kemasan
 - a. Kemasan untuk limbah B3 harus dalam kondisi baik, tidak rusak, dan bebas dari pengkaratan serta kebocoran
 - b. Bentuk, ukuran dan bahan kemasan limbah B3 disesuaikan dengan karakteristik limbah B3 yang akan dikemasnya dengan mempertimbangkan segi keamanan dan kemudahan dalam penanganannya
 - c. Kemasan dapat terbuat dari bahan plastik (HDPE, PP atau PVC) atau bahan logam (teflon, baja karbon, SS304, SS316 atau SS440) dengan syarat bahan kemasan yang dipergunakan tersebut tidak bereaksi dengan limbah B3 yang disimpannya.
 3. Prinsip pengemasan
 - a. Limbah-limbah B3 yang tidak saling cocok atau limbah dan bahan yang tidak saling cocok tidak boleh disimpan secara bersama-sama dalam satu kemasan
 - b. Untuk mencegah resiko timbulnya bahaya selama penyimpanan, maka jumlah pengisian limbah dalam kemasan harus mempertimbangkan kemungkinan terjadinya pengembangan volume limbah, pembentukan gas atau terjadinya kenaikan tekanan.
 - c. Jika kemasan yang berisi limbah B3 sudah dalam kondisi yang tidak layak (misalnya terjadi pengkaratan, atau terjadi kerusakan permanen) atau jika mulai bocor, maka limbah B3 tersebut harus dipindahkan ke dalam kemasan lain yang memenuhi syarat sebagai kemasan bagi limbah B3
 - d. Terhadap kemasan yang telah berisi limbah harus diberi penandaan sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan disimpan dengan memenuhi ketentuan tentang tata cara dan persyaratan bagi penyimpanan limbah B3.

- e. Terhadap kemasan wajib dilakukan pemeriksaan oleh penanggung jawab pengelolaan limbah B3 fasilitas (penghasil, pengumpul atau pengolah) untuk memastikan tidak terjadinya kerusakan atau kebocoran pada kemasan akibat korosi atau faktor lainnya.
 - f. Kegiatan pengemasan, penyimpanan dan pengumpulan harus dilaporkan sebagai bagian dari kegiatan pengelolaan limbah B3.
4. Persyaratan pengemasan limbah B3
- c. Kemasan (drum, tong atau bak kontainer) yang digunakan harus:
 - 1) Dalam kondisi baik, tidak bocor, berkarat atau rusak
 - 2) Terbuat dari bahan yang cocok dengan karakteristik limbah B3 yang akan disimpan
 - 3) Mampu mengamankan limbah yang disimpan di dalamnya
 - 4) Memiliki penutup yang kuat untuk mencegah terjadinya tumpahan saat dilakukan pemindahan atau pengangkutan
 - d. Kemasan yang digunakan untuk pengemasan limbah dapat berupa drum/tong dengan volume 50 liter, 100 liter atau 200 liter, atau dapat pula berupa bak kontainer berpenutup dengan kapasitas 2 m³, 4 m³, atau 8 m³
 - e. Limbah B3 yang disimpan dalam satu kemasan limbah yang sama, atau dapat pula disimpan bersama-sama dengan limbah lain yang memiliki karakteristik yang sama, atau dengan limbah lain yang karakteristiknya saling cocok
 - d. Untuk mempermudah pengisian limbah ke dalam kemasan, serta agar lebih aman, limbah B3 dapat terlebih dahulu dikemas dalam kantong kemasan yang tahan terhadap sifat limbah sebelum kemudian dikemas dalam kemasan dengan memenuhi butir 2 diatas.
 - e. Pengisian limbah B3 dalam satu kemasan harus dengan mempertimbangkan karakteristik dan jenis limbah, pengaruh pemuaiian limbah, pembentukan gas dan kenaikan tekanan selama penyimpanan:
 - 1) Untuk limbah B3 cair harus dipertimbangkan ruangan untuk pengembangan volume dan pembentukan gas
 - 2) Untuk limbah B3 yang bereaksi sendiri sebaiknya tidak menyisakan ruang kosong dalam kemasan

- 3) Untuk limbah B3 yang mudah meledak kemasan dirancang tahan akan kenaikan tekanan dari dalam dan dari luar kemasan
- f. Kemasan yang telah diisi atau terisi penuh dengan limbah B3 harus:
- 1) Ditandai dengan simbol dan label yang sesuai dengan ketentuan mengenai penandaan pada kemasan limbah B3;
 - 2) selalu dalam keadaan tertutup rapat dan hanya dapat dibuka jika akan dilakukan penambahan atau pengambilan limbah dari dalamnya;
 - 3) disimpan di tempat yang memenuhi persyaratan untuk penyimpanan limbah B3 serta mematuhi tata cara penyimpanannya.
- g. Terhadap drum/ tong atau bak kontainer yang telah berisi limbah B3 dan disimpan di tempat penyimpanan harus dilakukan pemeriksaan kondisi kemasan sekurang-kurangnya 1 (satu) minggu satu kali
- 1) Apabila diketahui ada kemasan yang mengalami kerusakan (karat atau bocor), maka isi limbah B3 tersebut harus segera dipindahkan ke dalam drum/ tong yang baru, sesuai dengan ketentuan butir 1 diatas.
 - 2) Apabila terdapat ceceran atau bocoran limbah, maka tumpahan limbah tersebut harus segera diangkat dan dibersihkan, kemudian disimpan dalam kemasan limbah B3 terpisah
- h. Kemasan bekas mengemas limbah B3 dapat digunakan kembali untuk mengemas limbah B3 dengan karakteristik:
- 1) Sama dengan limbah B3 sebelumnya, atau
 - 2) Saling cocok dengan limbah B3 yang dikemas sebelumnya.
- Jika akan digunakan untuk mengemas limbah B3 yang tidak saling cocok, maka kemasan tersebut harus dicuci bersih terlebih dahulu sebeum dapat digunakan sebagai kemasan limbah B3
- i. Kemasan yang telah dikosongkan apabila akan digunakan kembali untuk mengemas limbah B3 lain dengan karakteristik yang sama, harus disimpan ditempat penyimpanan limbah B3. Jika akan digunakan untuk menyimpan limbah B3 dengan karakteristik yang tidak saling sesuai dengan sebelumnya, maka kemasan tersebut harus dicuci bersih terlebih dahulu dan disimpan dengan memasang label “KOSONG” sesuai dengan ketentuan penandaan kemasan limbah B3

- j. Kemasan yang telah rusak (bocor atau berkarat) dan kemasan yang tidak digunakan kembali sebagai kemasan limbah B3 harus diperlakukan sebagai limbah B3

Ketentuan lain yang diatur dalam lampiran Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Nomor 09 Tahun 1955 adalah Persyaratan Penyimpanan Limbah B3. Ketentuan dalam bagian ini berlaku bagi penghasil limbah B3 yang melakukan kegiatan penyimpanan sementara yang dilakukan di dalam lokasi pabrik/ fasilitas. Berikut penjelasannya:

- a. Penyimpanan kemasan limbah B3
 - 2) Penyimpanan kemasan harus dibuat dengan sistem blok. Setiap blok terdiri atas 2 (dua) x 2 (dua) kemasan. Sehingga dapat dilakukan pemeriksaan menyeluruh terhadap setiap kemasan sehingga jika terdapat kerusakan kecelakaan dapat segera ditangani.
 - 3) Lebar gang antar blok harus memenuhi persyaratan peruntukannya. Lebar gang untuk lalu lintas manusia minimal 60 cm dan lebar gang untuk lalu lintas kendaraan pengangkut (*forklift*) disesuaikan dengan kelayakan pengoperasiannya.
 - 4) Penumpukan kemasan limbah B3 harus mempertimbangkan kestabilan tumpukan kemasan. Jika kemasan berupa drum logam (isi 200 liter), maka tumpukan maksimum adalah 3 (tiga) lapis dengan tiap lapis dialasi *pallet* (setiap *pallet* mengatasi 4 drum). Jika tumpukan lebih dari 3 (tiga) lapis atau kemasan terbuat dari plastik, maka harus dipergunakan rak.
 - 5) Jarak tumpukan kemasan tertinggi dan jarak blok kemasan terluar terhadap atap dan dinding bangunan penyimpanan tidak boleh kurang dari 1 (satu) meter.
 - 6) Kemasan-kemasan berisi limbah B3 yang tidak saling cocok harus disimpan secara terpisah, tidak dalam satu blok, dan tidak dalam bagian penyimpanan yang sama. Penempatan kemasan harus dengan syarat bahwa tidak ada kemungkinan bagi limbah-limbah tersebut jika terguling/ tumpah akan tercampur/ masuk ke dalam bak penampungan bagian penyimpanan lain.

b. penempatan tangki

Penyimpanan limbah cair dalam jumlah besar disarankan menggunakan tangki dengan ketentuan sebagai berikut:

- 1) Disekitar tangki harus dibuat tanggul dengan dilengkapi saluran pembuangan yang menuju ke bak penampung.
- 2) Bak penampung harus kedap air dan mampu menampung cairan minimal 110% dari kapasitas maksimum volume tangki
- 3) Tangki harus terlindung dari penyinaran matahari dan masuknya air hujan secara langsung.

2.4.2.3 Pengumpulan

Pengumpulan limbah B3 adalah kegiatan mengumpulkan limbah B3 dari penghasil limbah B3 sebelum diserahkan kepada pemanfaat limbah B3, pengolah limbah B3, dan/ atau penimbun limbah B3. Setiap orang yang menghasilkan limbah B3 tidak mampu melakukan sendiri pengumpulan limbah B3 yang dihasilkannya, maka pengumpulan limbah B3 diserahkan kepada pengumpul limbah B3. Penyerahan limbah B3 kepada pengumpul limbah B3 disertai dengan bukti penyerahan limbah. Untuk melakukan pengumpulan limbah B3, pengumpul limbah B3 wajib memiliki izin pengelolaan limbah B3 serta izin lingkungan untuk pengumpulan limbah B3. Pengumpul limbah B3 dilarang melakukan pemanfaatan limbah B3 dan/ atau pengolahan limbah B3 terhadap sebagian atau seluruh limbah B3 yang dikumpulkan, dilarang menyerahkan limbah B3 yang dikumpulkan kepada pengumpul limbah B3 yang lain, dilarang melakukan pencampuran limbah B3 (PP No. 101 Tahun 2014).

2.4.2.4 Pengangkutan

Kegiatan pengangkutan limbah B3 wajib dilakukan oleh pengangkut limbah B3 yang memiliki izin pengangkutan limbah B3. Ketentuan yang wajib dipenuhi meliputi (Lestianingrum, 2021).

1. Jenis alat angkut yang digunakan
2. Rekomendasi jenis limbah B3 yang diangkut, dan
3. Manifes elektronik (festronik) selama pengangkutan limbah B3

Ketentuan tersebut wajib dipenuhi agar perpindahan limbah B3 dari penghasil ke pengelola akhir dapat dipastikan keamanannya dan tidak

menyebabkan pencemaran lingkungan. Kelengkapan dokumen sangat penting untuk diperhatikan, karena melalui dokumen yang lengkap setiap penghasil limbah B3 dapat melakukan pelacakan pergerakan dokumen secara online sampai dengan dokumen telah selesai dilaporkan. Sistem *festronik* yang telah dikembangkan oleh KLHK secara online ini bertujuan agar semua pergerakan perpindahan limbah B3 antar wilayah dapat mampu telusuri sesuai dengan jumlah yang dihasilkan dan jumlah yang diterima, serta mampu memastikan semua limbah B3 dikelola sesuai dengan ketentuan perundangan yang berlaku (Lestianingrum, 2021).

Dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 04 Tahun 2020 tentang pengangkutan limbah bahan berbahaya dan beracun diatur terkait alat angkut limbah B3 yakni dalam bab ii pasal 3-7.

Pasal 3 terdiri dari 2 ayat yang berisi jenis alat angkut berdasarkan kategori dan jenis alat angkut berdasarkan lintasannya, berikut uraiannya

(1) Pengangkutan limbah B3 wajib dilakukan dengan menggunakan:

- a. Alat angkut tertutup untuk limbah B3 kategori 1 atau
- b. Alat angkut terbuka atau tertutup untuk limbah B3 kategori 2

(2) Alat angkut sebagaimana dimaksud ayat (1) meliputi angkutan:

- a. Jalan umum
- b. Perkeretaapian; dan/ atau
- c. Laut, sungai, danau, dan penyeberangan

Pasal 4 terdiri dari 3 ayat yang berisi spesifikasi alat angkut yang terdiri dari spesifikasi umum dan spesifikasi khusus:

(1) Alat angkut sebagaimana dimaksud dalam pasal 3 ayat (2) wajib memenuhi spesifikasi:

- a. Umum; dan
- b. khusus

(2) Spesifikasi umum sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a meliputi:

- a. Dilengkapi dengan prosedur bongkar muat;
- b. Dilengkapi dengan peralatan untuk penanganan limbah B3 yang diangkut;
- c. Dilengkapi dengan prosedur penanganan limbah B3 pada kondisi darurat; dan
- d. Dilengkapi dengan *GPS Tracking*.

- (3) Spesifikasi khusus sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf b meliputi:
- a. Untuk alat angkut berupa angkutan jalan umum:
 - 1) Menggunakan alat angkut kendaraan roda 4 (empat) atau lebih;
 - 2) Mencantumkan nama dan nomor telepon perusahaan pada sisi kendaraan; dan
 - 3) Dilekati simbol limbah B3 sesuai dengan karakteristik limbah B3 yang diangkut sesuai dengan ketentuan perundang-undangan, dan
 - b. Untuk alat angkut berupa angkutan perkeretaapian, memiliki gerbong yang disesuaikan dengan karakteristik limbah B3

Pasal 5 terdiri dari 3 ayat yang berisi aturan terkait *GPS Tracking* berikut uraiannya:

(1) *GPS Tracking* sebagaimana dimaksud dalam Pasal 4 ayat (2) huruf d harus memenuhi ketentuan:

- a. Untuk alat angkut berupa:
 - 1) Angkutan perkeretaapian; dan
 - 2) Angkutan laut, sungai, danau, dan penyeberangan
- b. Untuk alat angkut berupa angkutan jalan umum, wajib
 - 1) Terhubung dengan Silacak; dan
 - 2) Berfungsi secara terus menerus selama kegiatan pengangkutan limbah B3

(2) Untuk dapat terhubung dengan silacak sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf b angka 1, *GPS Tracking* harus:

- a. Didaftarkan kepada Menteri melalui Direktur Jenderal; dan
- b. Memenuhi spesifikasi komunikasi data Silacak

(3) Tata cara menghubungkan *GPS Tracking* dengan Silacak sebagaimana dimaksud pada ayat (2) tercantum dalam Lampiran 1 yang merupakan bagian tak terpisahkan dari Peraturan Menteri ini.

Pasal 6 terdiri dari 2 ayat yang berisi ketentuan pengemasan limbah sebelum dilakukannya pengangkutan:

(1) Pengangkut limbah B3 wajib memastikan limbah B3 yang akan diangkut telah dilakukan pengemasan.

(2) Tata cara pengemasan limbah B3 sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilaksanakan sesuai dengan ketentuan Peraturan Perundang-undangan.

Pasal 7 terdiri dari 2 ayat yang berisi ketentuan kompatibilitas limbah B3 dalam melakukan

pengangkutan:

(1) Limbah B3 dengan karakteristik dan kemasan yang berbeda dapat diangkut bersamaan dalam 1 (satu) rangkaian pengangkutan limbah B3 dengan mempertimbangkan kompatibilitas limbah B3.

(2) Kompatibilitas limbah B3 sebagaimana dimaksud pada ayat (1) tercantum dalam lampiran II yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Peraturan Menteri ini.

2.4.2.5 Pemanfaatan

Pemanfaatan limbah B3 adalah kegiatan penggunaan kembali, daur ulang, dan/ atau perolehan kembali yang bertujuan untuk mengubah limbah B3 menjadi produk yang dapat digunakan sebagai substitusi bahan baku, bahan penolong, dan/ atau bahan bakar yang aman bagi kesehatan manusia dan lingkungan hidup. Pemanfaatan limbah B3 wajib dilaksanakan oleh setiap orang yang menghasilkan limbah B3, dalam hal setiap orang tidak mampu melakukan sendiri, pemanfaatan limbah B3 diserahkan kepada pemanfaat limbah B3. Pemanfaatan limbah B3 dilakukan dengan mempertimbangkan ketersediaan teknologi, standar produk jika hasil pemanfaatan limbah B3 berupa produk, dan standar lingkungan hidup atau baku mutu lingkungan hidup.

2.4.2.6 Pengolahan

Pengolahan limbah B3 adalah proses untuk mengurangi dan/ atau menghilangkan sifat bahaya dan/ atau sifat racun. Pengolahan limbah B3 wajib dilaksanakan oleh setiap orang yang menghasilkan limbah B3, ketika tidak mampu melakukan sendiri, pengolahan limbah B3 diserahkan kepada pengolah limbah B3. Pengolahan Limbah B3 dilakukan dengan mempertimbangkan ketersediaan teknologi dan standar lingkungan hidup atau baku mutu lingkungan hidup.

Teknik pengolahan limbah menurut Trihadiningrum, (2016) dalam Ciptaningayu, T.N., (2017) terdiri dari netralisasi, presipitasi, stabilisasi/ solidifikasi, adsorpsi, pertukaran ion dan proses biologis.

1. Netralisasi

Limbah yang bersifat ekstrim asam atau basa harus dinetralkan terlebih dahulu karena sifat korosif dapat merusak lingkungan. Proses netralisasi ini dapat dilakukan dengan alternatif sebagai berikut:

- a. Mencampurkan limbah asam dan limbah basa dalam bak ekualisasi. Waktu detensi yang digunakan 8-24 jam untuk stabilisasi
- b. Penambahan batu kapur atau bubuk kapur, bubuk dolomit, soda kaustik, atau soda ash

2. Presipitasi

Presipitasi dalam pengolahan limbah B3 banyak digunakan untuk penurunan kadar ion logam berat. Prinsip dari presipitasi ini adalah dengan penambahan basa untuk mencapai tingkat pH dimana terjadi pengendapan hidroksida logam secara optimum.

3. Stabilisasi/ solidifikasi

Stabilisasi adalah proses penambahan bahan-bahan aditif tertentu untuk mengurangi sifat bahaya limbah dengan mengurangi laju migrasi dan toksisitasnya. Solidifikasi adalah penambahan zat aditif pada limbah dimana berlangsung pula perubahan sifat fisik limbah yang dapat diukur dalam bentuk kuat tekan, kompresibilitas, dan permeabilitasnya. Teknik stabilisasi dan solidifikasi sangat umum digunakan dalam pengolahan limbah B3. Teknologi ini dapat digunakan untuk pengolahan limbah industri, pengolahan limbah sebelum dibuang ke *secure landfill*, dan penanganan tanah yang terkontaminasi oleh limbah dalam jumlah besar.

4. Proses biologis

Dalam pengolahan dengan cara biologis komponen biologis dalam limbah diuraikan oleh mikroorganisme menjadi molekul yang lebih sederhana, melalui proses biotransformasi atau mineralisasi. Biotransformasi adalah penguraian senyawa organik menjadi senyawa organik lain yang lebih sederhana. Mineralisasi adalah penguraian sempurna molekul organik menjadi massa seluler, CO₂, air dan residu anorganik yang bersifat inert. Limbah yang mengandung zat-zat berbahaya harus dilakukan penanganan khusus tahap awal sehingga kandungannya bisa diminimalisasi sebelum dialirkan ke IPA1. Zat-zat

tersebut dapat mematikan fungsi mikroorganisme (santi, 2004). Logam-logam tersebut terakumulasi ke lingkungan dan mengendap di dasar perairan membentuk senyawa kompleks bersama bahan organik dan anorganik karena sifatnya toksik sehingga tidak dapat diurai oleh organisme (Windowati, dkk 2008 dalam Ciptaningayu, T.N., 2017)

2.4.2.7 Penimbunan

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 101 tahun 2014 penimbunan limbah B3 adalah kegiatan menempatkan limbah B3 pada fasilitas penimbunan dengan maksud tidak membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan hidup. Setiap orang yang menghasilkan limbah B3 wajib melaksanakan penimbunan limbah B3, ketika tidak mampu melakukan sendiri, penimbunan limbah B3 diserahkan kepada penimbun limbah B3. Penimbunan limbah B3 dapat dilakukan pada fasilitas penimbun limbah B3 berupa penimbunan akhir, sumur injeksi, penempatan kembali di area bekas tambang, dam tailing, fasilitas penimbunan limbah B3 lain sesuai perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

2.4.3 Rancang Bangun dan Tata Ruang TPS B3

Dalam lampiran 1 Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2020 dijelaskan sebelum melakukan kegiatan penyimpanan limbah B3, setiap orang yang menghasilkan limbah B3 (selanjutnya disebut penghasil limbah B3), pengumpul limbah B3, pemanfaat limbah B3, pengolah limbah B3, dan/ atau penimbun limbah B3 wajib melakukan pendataan dan inventarisasi limbah B3 dengan tujuan untuk mengetahui kategori bahaya, sumber, karakteristik, dan jumlah limbah B3 yang dihasilkan per satuan waktu.

Kategori bahaya dapat diketahui dalam daftar limbah B3 sebagaimana tercantum dalam peraturan perundang-undangan mengenai pengelolaan limbah B3, sedangkan karakteristik limbah B3 harus dilakukan oleh penghasil limbah B3 melalui satu rangkaian uji karakteristik limbah B3 sesuai dengan peraturan perundang-undangan mengenai Tata cara uji karakteristik limbah B3.

Kategori bahaya, sumber, karakteristik, dan jumlah limbah B3 yang dihasilkan per satuan waktu akan menjadi dasar bagi penghasil limbah B3, pengumpul limbah B3, pemanfaat limbah B3, pengolah limbah B3, dan/ atau

penimbun limbah B3 dalam menetapkan rancang bangun (*design*) tempat penyimpanan limbah B3 dan tata cara penyimpanan limbah B3. Penghasil limbah B3, pengumpul limbah B3, pemanfaat limbah B3, pengolah limbah B3, dan/ atau penimbun limbah B3 yang telah mengetahui dan menginventarisasi kategori bahaya, sumber, karakteristik dan jumlah limbah B3 yang dihasilkan per satuan waktu, dapat merancang dan membangun fasilitas tempat penyimpanan limbah B3 sesuai dengan kategori bahaya dan sumber limbah B3 sebagaimana dijelaskan dalam tabel dibawah ini:

Tabel 5 Kesesuaian rancang bangun B3 dengan kategori bahaya

No	Fasilitas	Limbah B3 yang disimpan			
		Kategori 1	Kategori 2		
			Sumber Tidak Spesifik	Spesifik Umum	Spesifik Khusus
1	Bangunan	✓	✓	✓	✓
2	Tangki dan/ atau kontainer	✓	✓	✓	✗
3	Silo	✓	✓	✓	✓
4	Tempat tumpukan limbah (<i>waste pile</i>)	✗	✗	✗	✓
5	Waste impoundment	✗	✗	✗	✓

Sumber: PP No 12 tahun 2020

Dari tabel di atas, terlihat bahwa tempat penyimpanan limbah B3 berupa gedung, dan silo dapat menyimpan limbah B3 untuk semua kategori limbah B3 sebagaimana tercantum dalam lampiran I Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 12 tahun 2020 tentang Penyimpanan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, yang perlu diperhatikan adalah fase limbah B3 yang akan disimpan.

Sedangkan untuk fasilitas tempat Penyimpanan Limbah B3 berupa tangki dan/ atau kontainer dapat menyimpan limbah B3 kategori 1 dan kategori 2 dari sumber tidak spesifik, spesifik umum, tempat tumpukan limbah (*waste pile*) dan *waste impoundment* hanya dipergunakan untuk menyimpan limbah B3 dengan kategori 2 dari sumber spesifik khusus. Selain itu, penyimpanan limbah B3 harus memenuhi kaidah kompatibilitas, yaitu mengelompokkan limbah B3 sesuai dengan karakteristik limbah B3. Kaidah kompatibilitas karakteristik limbah B3 terbagi dalam 3 kelompok yaitu:

1. Cocok, artinya satu karakteristik limbah B3 dapat dikelompokkan dengan karakteristik limbah B3 yang sama atau dengan karakteristik limbah B3 yang lain. Contoh: cairan mudah menyala dengan reaktif
2. Tidak cocok, artinya satu karakteristik limbah B3 tidak dapat dikelompokkan dengan karakteristik limbah B3 yang lain. Contoh: beracun dengan cairan mudah menyala;
3. Terbatas, artinya, satu karakteristik limbah B3 dapat dikelompokkan dengan karakteristik limbah B3 lainnya tetapi dengan volume terbatas pada setiap karakteristik limbah B3

Kaidah kompatibilitas karakteristik limbah B3 secara detil dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 6 Kaidah kompatibilitas karakteristik limbah B3

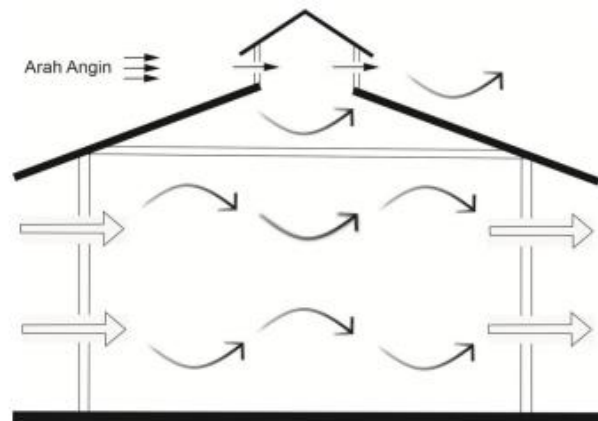
LIMBAH B3	CAIRAN MUDAH TERBAKAR	PADATAN MUDAH TERBAKAR	REAKTIF	MUDAH MELEDAK	BERACUN	CAIRAN KOROSIF	INFEKSIOUS	BERBAHAYA TERHADAP LINGKUNGAN
CAIRAN MUDAH TERBAKAR	C	C	C	X	X	C	C	T
PADATAN MUDAH TERBAKAR	C	C	C	C	X	T	C	T
REAKTIF	C	C	C	C	X	T	C	T
MUDAH MELEDAK	X	C	C	C	X	T	C	T
BERACUN	X	X	X	X	C	X	C	T
CAIRAN KOROSIF	C	T	T	T	X	C	C	T
INFEKSIOUS	C	C	C	C	C	C	C	C
BERBAHAYA TERHADAP LINGKUNGAN	T	T	T	T	T	T	C	C

Sumber: PermenLHK No. 12 tahun 2020

Keterangan: C = cocok; X = tidak cocok; T: terbatas

Rancang bangun tempat Penyimpanan Limbah B3 harus dirancang untuk menghindari bahaya terhadap lingkungan dan kesehatan manusia, terlebih apabila terjadi tumpahan dan/ atau ceceran yang diakibatkan kesalahan dalam penanganan penyimpanan (PP No.12 tahun 2020).

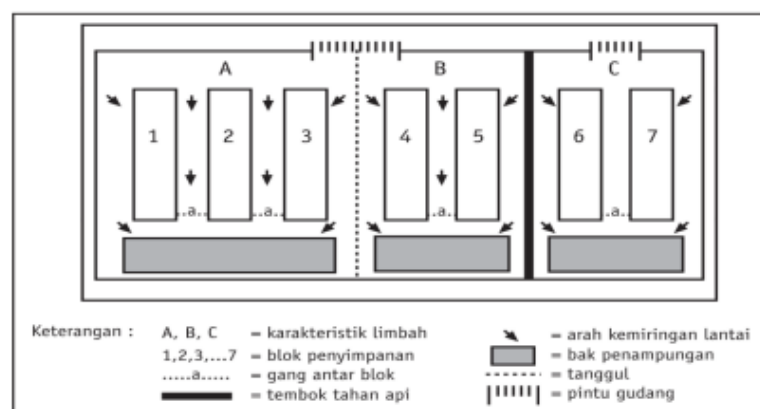
Rancang bangun fasilitas penyimpanan limbah B3 berupa bangunan tempat penyimpanan limbah B3 berupa bangunan dirancang dengan memperhatikan sirkulasi udara dalam ruang bangunan, sebagaimana pada Gambar di bawah ini:



Gambar 16 Contoh rancang bangun fasilitas penyimpanan limbah B3 dengan sirkulasi udara dalam ruang bangunan penyimpanan limbah B3
Sumber: PermenLHK No. 12 tahun 2020

Fasilitas penyimpanan limbah B3 berupa bangunan harus dirancang terdiri dari beberapa bagian penyimpanan, dengan ketentuan bahwa setiap bagian penyimpanannya digunakan untuk menyimpan satu karakteristik limbah B3 atau limbah B3 yang saling cocok. Antara bagian penyimpanan satu dengan lainnya harus dibuat batas pemisah/ tanggul untuk menghindari tercampurnya atau masuknya tumpahan B3 ke bagian penyimpan limbah B3 lainnya.

Selain itu fasilitas penyimpanan limbah B3 harus dilengkapi dengan berbagai sarana penunjang dan tata ruang yang tepat sehingga penyimpanan limbah B3 dapat berlangsung dengan baik dan aman bagi lingkungan. Sarana penunjang fasilitas penyimpanan limbah B3 antara lain kolam penampungan darurat dan peralatan penanganan tumpahan. Contoh tata ruang fasilitas penyimpanan limbah B3 berupa bangunan dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 17 Contoh tata ruang fasilitas penyimpanan limbah B3 berupa gudang
Sumber: PermenLHK No. 12 tahun 2020

2.4.4 Syarat Bangunan TPS B3

2.4.4.1 Persyaratan Umum Bangunan TPS B3

Berikut adalah syarat umum bangunan TPS B3 sebagaimana tercantum dalam Lampiran Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Nomor 09 Tahun 1995:

1. Bangunan tempat penyimpanan kemasan limbah B3 harus:
 - b) Memiliki rancang bangun dan luas ruang penyimpanan yang sesuai dengan jenis, karakteristik dan jumlah limbah B3 yang dihasilkan/ akan disimpan
 - c) Terlindung dari masuknya air hujan baik secara langsung maupun tidak langsung
 - d) Dibuat tanpa plafon dan memiliki sistem ventilasi udara yang memadai untuk mencegah terjadinya akumulasi gas di dalam ruang penyimpanan, serta memasang kasa atau bahan lain untuk mencegah masuknya burung atau binatang kecil lainnya ke dalam ruang penyimpanan
 - e) Memiliki sistem penerangan (lampu/ cahaya/ matahari) yang memadai untuk operasional penggudangan atau inspeksi rutin. Jika menggunakan lampu, maka lampu penerangan harus dipasang minimal 1 meter di atas kemasan dengan sakelar (*stop contact*) harus terpasang di sisi luar bangunan
 - f) Dilengkapi dengan sistem penangkal petir
 - g) Pada bagian luar tempat penyimpanan diberi penandaan (simbol) sesuai dengan tata cara yang berlaku.
2. Lantai Bangunan penyimpanan harus kedap air, tidak bergelombang, kuat dan tidak retak. Lantai bagian dalam dibuat melandai turun ke arah bak penampungan dengan kemiringan maksimum 1%. Pada bagian luar bangunan, kemiringan lantai diatur sedemikian rupa sehingga air hujan dapat mengalir ke arah menjauhi bangunan penyimpanan
3. Tempat penyimpanan yang digunakan untuk menyimpan lebih dari 1 (satu) karakteristik limbah B3, maka ruang penyimpanan:
 - a. Harus dirancang terdiri dari beberapa bagian penyimpanan, dengan ketentuan bahwa setiap bagian penyimpanan hanya diperuntukkan menyimpan satu karakteristik limbah B3, atau limbah-limbah B3 yang saling cocok.

- b. Antara bagian penyimpanan satu dengan lainnya harus dibuat tanggul atau tembok pemisah untuk menghindarkan tercampurnya atau masuknya tumpahan limbah B3 ke bagian penyimpanan lainnya
 - c. setiap bagian penyimpanan masing-masing harus mempunyai bak penampung tumpahan limbah dengan kapasitas yang memadai.
 - d. sistem dan ukuran saluran yang ada harus dibuat sebanding dengan kapasitas maksimum limbah B3 yang tersimpan sehingga cairan yang masuk ke dalamnya dapat mengalir dengan lancar ke tempat penampungan yang telah disediakan.
4. Sarana yang harus tersedia
- a. Peralatan dan sistem pemadam kebakaran
 - b. Pagar pengaman
 - c. Pembangkit listrik cadangan
 - d. Fasilitas pertolongan pertama
 - e. Peralatan komunikasi
 - f. Gudang tempat penyimpanan peralatan dan perlengkapan
 - g. Pintu darurat
 - h. alarm

2.4.4.2 Persyaratan Khusus Bangunan TPS B3

Berikut adalah syarat khusus bangunan TPS B3 berdasarkan karakteristik limbahnya sebagaimana tercantum dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 12 tahun 2020 Pasal 12:

1. Persyaratan bangunan Penyimpan Limbah B3 Mudah menyala
 - a. Memiliki tembok pemisah dengan bangunan lain yang berdampingan
 - b. Jika bangunan penyimpanan limbah B3 dibangun terpisah dari bangunan lain, diberi jarak dengan bangunan lain paling sedikit 6 (enam) meter
 - c. Struktur pendukung atap terdiri dari bahan yang tidak mudah menyala, konstruksi atap dibuat ringan, dan mudah hancur bila terjadi kebakaran; dan
 - d. Diberikan penerangan yang tidak menyebabkan ledakan/ percikan listrik (*explosion proof*)
2. Persyaratan Bangunan Penyimpan Limbah B3 Mudah Meledak
 - a. Konstruksi bangunan, lantai, dinding dan atap dibuat tahan ledakan

- b. Lantai dan dinding dibuat lebih kuat dari konstruksi atap; dan
 - c. Setiap saat memenuhi ketentuan suhu ruangan; dan
3. Persyaratan Bangunan Penyimpanan Limbah B3 bersifat Korosif atau Reaktif atau Beracun
- a. Konstruksi dinding dibuat mudah untuk dilepas; dan
 - b. Konstruksi atap, dinding, dan lantai harus tahan terhadap korosi dan api.

2.4.5 Perancangan TPS B3

2.4.5.1 Kapasitas dan Desain Bangunan

Kegiatan penyimpanan limbah B3 yang dilakukan oleh setiap penghasil limbah B3 bersifat sementara. Untuk selanjutnya limbah B3 dikelola sesuai izin yang dimiliki. Ketentuan dalam melakukan penyimpanan limbah B3 terdapat dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI Nomor P.12/Menlhk/Setjen/PLB.3/5/2020 tentang penyimpanan limbah B3. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 12 tahun 2020 merupakan perluasan atau perincian pasal 9 (5) dan pasal 18 Peraturan Pemerintah Nomor 101 tahun 2014. Dalam pasal 11 ayat 2 PP No. 12 tahun 2020 dijelaskan desain tempat penyimpanan berupa bangunan meliputi:

- a. Rancang bangun sesuai dengan jenis, karakteristik, dan jumlah limbah B3 yang disimpan
- b. Luas ruang penyimpanan sesuai dengan jumlah limbah B3 yang disimpan
- c. Desain dan konstruksi yang mampu melindungi limbah B3 dari hujan dan sinar matahari
- d. Atap dari bahan yang tidak mudah terbakar
- e. Memiliki sistem ventilasi untuk sirkulasi udara
- f. Sistem pencahayaan disesuaikan dengan rancang bangun tempat penyimpanan limbah B3
- g. Lantai kedap air dan tidak bergelombang
- h. Lantai bagian dalam dibuat melandai turun ke arah bak penampung tumpahan dengan kemiringan maksimum 1% (satu persen)
- i. Lantai bagian luar bangunan dibuat agar air hujan tidak masuk ke dalam bangunan tempat penyimpanan limbah B3

- j. Memiliki saluran drainase cecceran, tumpahan limbah B3 dan/ atau air hasil pembersihan cecceran atau tumpahan limbah B3
- k. Memiliki bak penampung tumpahan untuk menampung cecceran, tumpahan limbah B3 dan/ atau air hasil pembersihan cecceran atau tumpahan limbah B3
- l. Dilengkapi dengan simbol limbah B3 sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Berdasarkan SNI-19-3241-1994 tentang Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan untuk mengetahui jumlah limbah B3 (Volume atau berat) maka dilakukan pengambilan contoh dalam 8 hari berturut-turut. Satuan yang digunakan dalam pengukuran timbulan sampah adalah:

Volume basah (asal) : liter/unit/hari

Berat basah (asal) : kg/unit/hari

Berikut adalah rumus yang digunakan dalam menghitung timbulan limbah B3 yang diperoleh dari perhitungan langsung di laboratorium (Utami, N.P., 2019):

Volume timbulan sampah (liter/n) = luas wadah x tinggi sampah

$$\text{Timbulan sampah (liter/orang/hari)} = \frac{V_1+V_2+V_3\dots+V_n}{n} \quad (1)$$

Dimana, n: jumlah sumber sampah

Selain itu Dewantara et al., (2017) dalam penelitiannya terkait perancangan tempat penyimpanan sementara limbah bahan berbahaya dan beracun dalam melakukan pengukuran densitas menggunakan kotak densitas sesuai dengan SNI 19-3964-1994 tentang metode pengambilan dan pengukuran timbulan dan komposisi sampah perkotaan. Dari data timbulan yang dihasilkan tiap hari dan hasil pengukuran densitas, selanjutnya peneliti mengakumulasikan selama 3 bulan. Setelah didapatkan volume dan kapasitas maksimal masing-masing limbah B3 dapat digunakan untuk menentukan jumlah kebutuhan blok limbah B3 dan penentuan tata letak limbah B3 mencakup jumlah blok, jumlah kolom dan jumlah baris.

2.4.5.2 Sarana dan Prasarana

Didalam Peraturan Pemerintah Nomor 101 tahun 2014 dijelaskan bahwa fasilitas penyimpanan limbah B3 harus dilengkapi dengan upaya pengendalian

pencemaran lingkungan hidup. Untuk mewujudkan hal tersebut maka diperlukan sarana dan prasarana penunjang pada TPS B3, antara lain:

1. Kebutuhan Ventilasi TPS B3

Berdasarkan Badan Standarisasi Nasional, (2001) SNI 03-6572 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara Pada Bangunan Gedung, TPS limbah B3 termasuk ke dalam bangunan kelas 7 (tujuh) yaitu bangunan penyimpan/ gudang. Maka dalam menentukan luas ventilasi setiap ruangan yaitu tidak kurang 10% dari luas setiap ruangan

$$\text{Luas Kebutuhan Ventilasi (m}^2\text{)} = 10 \% \times A \quad (2)$$

Dimana, A= luas ruangan (m²)

2. Pencahayaan Bangunan

Pencahayaan bangunan pada TPS B3 mengacu pada SNI-03-6575-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan pada Bangunan Gedung. Dalam peraturan tersebut tercantum standar pencahayaan pada ruangan dengan fungsi sebagai gudang yaitu 100 lux. Perhitungan kebutuhan lampu dapat dihitung dengan rumus (Wisdayana et al., 2022):

$$N = \frac{E \times L \times W}{\Phi \times LLF \times Cu \times n} \quad (3)$$

Dimana:

- N = Jumlah titik lampu
- E = Kuat penerangan (Lux)
- L = Panjang ruangan (meter)
- W = Lebar ruangan (meter)
- Φ = Nilai cahaya lampu (lumen)
- LLF = *light loss factor*
- Cu = *coefficient utility*
- n = Jumlah lampu pada satu titik

3. Fasilitas APAR Bangunan

Wisdayana, R., dkk (2022) menyatakan jumlah kebutuhan APAR pada TPS B3 mengacu pada Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. 4 Tahun 1980. Peraturan tersebut mengatur tentang fungsi dan kebutuhan APAR pada bangunan. Jenis APAR yang digunakan ditentukan berdasarkan

kategori kebakaran yang berpotensi terjadi. Untuk menentukan jumlah APAR yang diperlukan, dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Banyaknya APAR} = \frac{\text{Luas Bangunan}}{\text{Luas Perlindungan 1 APAR}} \quad (4)$$

4. Perencanaan Pewadahan

Berikut adalah perhitungan pewadahan TPS B3 menurut Wisdayana, R., dkk (2022):

a. Jumlah Kemasan

$$\text{Jumlah Kemasan} = \frac{\text{Total limbah}}{\text{Kapasitas 1 Kemasan}} \quad (5)$$

b. Free Board

Dalam perencanaan pewadahan limbah perlu diberi *free board* sebesar 10% untuk memberikan kelonggaran pada limbah B3 yang tersimpan serta untuk mengantisipasi kelebihan volume.

$$\text{Freeboard} = 10\% \times \text{Volume limbah} \quad (6)$$

2.5 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu ini menjadi acuan penulis dalam melakukan penelitian, sehingga keberadaannya dapat memperkaya teori-teori terkait penelitian yang akan dilakukan. Penelitian terdahulu yang digunakan dapat dilihat pada:

Tabel 7 Daftar penelitian terdahulu

No	Nama peneliti	Judul penelitian	Hasil penelitian
1	Utami, N.P., 2019	Studi Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) Laboratorium di Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin	Diperoleh jumlah, karakteristik dan laju timbulan limbah B3 pada laboraorium di Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Terdapat 10 karakteristik limbah B3 yang teridentifikasi serta tahapan pengelolaan belum sesuai dengan standar yang telah ditentukan oleh peraturan terkait limbah B3.

No	Nama peneliti	Judul penelitian	Hasil penelitian
2	Ciptaningayu, T.N., 2017	Pengelolaan Limbah Bahan Berbahay dan Beracun (B3) Laboratorium di Kampus ITS	Diperoleh jenis, karakteristik, jumlah dan laju timbulan limbah B3 yang bersumber dari aktivitas laboratorium yang ada di Kampus ITS pada periode semester genap. Karakteristik limbah yang diperoleh berupa limbah asam, basa, beracun organik, dan logam berat. Total bahan kimia kadaluarsa padat diperolej sebanyak 29,5 kg dan bahan kimia kadaluarsa cair sebanyak 13,42 L. Laju timbulan dari limbah B3 jenis asam, basa, beracun organik, dan mengandung logam berat sebesar 1,6 liter/ hari; 4,9 l/hari; 1,2 l/hari; 3,3 l/hari. Limbah B3 padat yang dihasilkan sebanyak 0,9 kg/ hari.
3	Dewantara, F.A., dkk, 2018	Perancangan Tempat Penyimpanan Sementara (TPS) Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) Pada Perusahaan Galangan Kapal	Hasil penelitian menunjukkan rancangan TPS limbah B3 rencana peruntukan perusahaan galangan kapal yang di desain berdasarkan jumlah dan karakteristik limbah yang dihasilkan. Rencana dimensi yang diperoleh sebesar 20 m x 18 m x 8,27 m. Total luas ventilasi yang dibutuhkan adalah 25,10 m ² . Perancangan struktur

No	Nama peneliti	Judul penelitian	Hasil penelitian
			menggunakan gording (kanal C 100 x 50 x 5 x 7,5) dengan penutup atap galvalum, kuda-kuda (200 x 150 x 6 x 9), dan kolom (200 x 150 x 6 x 9), dan menggunakan pondasi telapak
4	Wisdayana, R. dkk, 2022	Redesain Tempat Penyimpanan Sementara Limbah B3 di <i>Workshop</i> PT. Purna Baja Harrsco	Hasil penelitian menunjukkan bahwa keberadaan TPS sebelumnya belum sesuai dengan peraturan yang berlaku. TPS limbah B3 terbaru direncanakan mampu menyimpan 2.047liter majun bekas dengan masa simpan 90 hari, 511 liter (24 unit) aki bekas dengan masa simpan 180 hari serta 2.880 liter oli bekas dengan masa simpan 365 hari.
5	Pourzamani et al., 2019	<i>Method for Quantitative and Qualitative Evaluation of Hazardouz Waste in Laboratories of Isfahan University of Medical Sciense, Iran</i>	Hasil penelitian menunjukkan tingkat timbulan limbah berbahaya di IUMS, Iran dalam periode satu tahun serta karakteristiknya di empat fakultas yang ada di Universitas tersebut. Dari hasil penelitian diperoleh terdapat lima karakteristik limbah yang ada di IUMS yaitu beracun, korosif, mudah menyala, karsinogenik dan infeksius.
6	Abou-Elela & Ibrahim, 2014	<i>Management of Laboratory Hazardouz Wastes: Experience ftom Egypt</i>	Hasil penelitian menunjukkan persyaratan, pedoman, dan prosedur penanganan dan

No	Nama peneliti	Judul penelitian	Hasil penelitian
			<p>pembuangan bahan kimia laboratroiium berbahaya dan limbah biologis yang dihasilkan dari berbagai laboratorium di Pusat Penelitian Nasional Mesir.</p>
7	<p>Wilujeng, S. dkk, 2021</p>	<p>Kajian Sistem Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) Kegiatan Pendidikan di Kampus Institut Teknologi Sepuluh November (ITS)</p>	<p>Hasil penelitian berupa Kebijakan yang hasil akhirnya adalah Desain perencanaan TPS limbah B3 yang sebelumnya telah disesuaikan dengan kebutuhan dan kapasitas limbah B3 yang dihasilkan. Rencana Tempat Penampungan Sementara (TPS) khusus limbah B3 di ITS memiliki luas rencana sebesar 100 m² yang rencananya akan dibangun di belakang area Nasdec ITS.</p>
8	<p>Malayadi, 2017</p>	<p>Karakteristik dan Sistem Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun Laboratorium Universitas Hasanuddin Kota Makassar</p>	<p>Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik limbah B3 yang ada di laboratorium Universitas Hasanuddin ada enam yaitu bahan mudah terbakar, bahan mudah meledak, bahan yang menimbulkan korosif, buangan oksidasi, buangan infuksius dan bahan toksik (beracun). Untuk sistem pengelolaan limbah yang dilakukan dalam penelitian yang dilakukan di empat fakultas yang ada di</p>

No	Nama peneliti	Judul penelitian	Hasil penelitian
			Universitas Hasanuddin yaitu Fakultas Kesehatan Masyarakat, Fakultas Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam serta Fakultas Kedokteran diperoleh hasil yaitu tidak ada satupun fakultas yang melakukan sistem pengelolaan yang sesuai dengan aturan
9	(Mughtar et al., 2022)	Perencanaan Pengelolaan Limbah B3 Medis Padat di Rumah Sakit Perguruan Tinggi Negeri Universitas Sam Ratulangi Kota Manado	Diperoleh gambaran timbulan limbah medis pada RSPTN Universitas Sam Ratulangi yang belum beroperasi serta jenis dan karakteristik limbah medis yang dihasilkan. Selain itu diperoleh juga tata kelola limbah B3 medis yang dihasilkan pada RPSTN Universitas Sam Ratulangi.
10	Larastika, W. 2011		Hasil penelitian menunjukkan limbah yang dihasilkan beberapa laboratorium di empat fakultas UI (FT, FMIPA, FK dan FKG) yang berasal dari limbah laboratorium dan limbah medis. Karakteristik limbah meliputi limbah laboratorium (<i>Flammable, harmful, korosif, toksik, eksplosive, oxidizing, karsinogenik, dangerous for the environment</i> , limbah organik dan bahan kadaluarsa)

No	Nama peneliti	Judul penelitian	Hasil penelitian
			<p>dan limbah medis (limbah benda tajam, limbah lain yang terkontaminasi, limbah patologis, limbah cairan tubuh manusia/ darah/ produk darah, limbah kandang binatang/ binatang yang dimatikan/ alas tidur binatang dan kotorannya, dan limbah farmasi).</p> <p>Rekomendasi sistem pengelolaan yang dapat diterapkan di Ui meliputi pengumpulan, penyimpanan sementara, dan pengolahan.</p>