

TUGAS AKHIR - RE184804

PERENCANAAN TPS LIMBAH B3 DI PT INKA (PERSERO) KOTA MADIUN

AYU INDAH PUSPITASARI

NRP. 0321184000086

Dosen Pembimbing

I D A A Warmadewanthi, S.T., M.T., Ph.D.

NIP.19750212 199903 2 001

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2022



TUGAS AKHIR - RE184804

**PERENCANAAN TPS LIMBAH B3 DI PT INKA (PERSERO)
KOTA MADIUN**

AYU INDAH PUSPITASARI

NRP. 03211840000086

Dosen Pembimbing

I D A A Warmadewanthi, ST., MT., Ph.D.

NIP.19750212 199903 2 001

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2022



FINAL PROJECT - RE184804

Design of B3 Waste TPS at PT INKA (Persero) Madiun City

AYU INDAH PUSPITASARI

NRP.03211840000086

Advisor

I D A A Warmadewanthi, ST., MT., Ph.D.

NIP.19750212 199903 2 001

DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING

Faculty of Civil Engineering, Planning, and Geo Engineering

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2022

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN TPS LIMBAH B3 DI PT INKA (PERSERO) KOTA MADIUN

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Teknik pada
Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh : **AYU INDAH PUSPITASARI**

NRP. 03211840000086

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. I D A A Warmadewanthi, S.T., M.T., Ph.D.
2. Dr. Susi Agustina Wilujeng, S.T., M.T.
3. Harmin Sulistyning Titah, S.T., M.T., Ph.D.
4. Deqi Rizkivia Radita, S.T., M.S.

Pembimbing

Penguji

Penguji

Penguji



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama mahasiswa / NRP : Ayu Indah Puspitasari / 0321184000086
Departemen : Teknik Lingkungan
Dosen Pembimbing / NIP : I D A A Warmadewanthi, S.T., M.T., Ph.D. /
197502121999032001

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul "Perencanaan TPS Limbah B3 di PT INKA (Persero) Kota Madiun" adalah hasil karya sendiri, bersifat orisinal, dan ditulis dengan mengikuti kaidah penulisan ilmiah.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Mengetahui
Dosen Pembimbing



(I D A A Warmadewanthi, S.T., M.T., Ph.D.)
NIP. 197502121999032001

Surabaya, 26 Juli 2022
Mahasiswa



(Ayu Indah Puspitasari)
NRP. 0321184000086

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Perencanaan TPS Limbah B3 di PT INKA (Persero) Kota Madiun

Nama Mahasiswa / NRP : Ayu Indah Puspitasari / 03211840000086
Departemen : Teknik Lingkungan FT-SPK - ITS
Dosen Pembimbing : I D A A Warmadewanthi, S.T., M.T., Ph.D.

Abstrak

PT INKA (Persero) merupakan salah satu industri yang bergerak di bidang manufaktur transportasi kereta api di Indonesia. Limbah yang dihasilkan pada proses produksi pembuatan dan perbaikan kereta api dapat berupa B3 dan non B3. Pengemasan limbah cair seperti oli bekas dan pendingin bekas ada beberapa yang belum sesuai penataan karakteristik limbah B3. Masih terdapat kemasan limbah B3 yang belum memiliki simbol dan label. Hal ini menyebabkan penataan lokasi penyimpanan limbah beberapa belum tepat dan belum adanya identitas pada kemasan limbah B3 dikarenakan belum diberikan dan isinya belum penuh. Perlu direncanakan TPS limbah B3 yang berfungsi untuk menampung limbah B3 sesuai dengan karakteristik limbah B3 serta memiliki simbol dan label pada kemasannya. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk merencanakan TPS untuk limbah B3 di PT INKA (Persero) dan menentukan biaya yang diperlukan untuk pembangunan TPS limbah B3 di PT INKA (Persero).

Perencanaan dimulai dari melakukan observasi lapangan di PT INKA (Persero), khususnya di TPS limbah B3 untuk mendapatkan data primer. Data primer meliputi jenis, jumlah, pengelolaan limbah B3, kondisi eksisting, dan fasilitas TPS limbah B3. Tahap selanjutnya adalah menganalisis data yang diperoleh dengan mencocokkannya dengan literatur dan menghitung neraca massa limbah B3. Kemudian merancang kemasan dan bangunan TPS limbah B3, serta menghitung biaya yang dibutuhkan untuk merenovasi TPS limbah B3. Pembiayaan dalam perencanaan menggunakan acuan HSPK Kota Madiun tahun 2020 dan HSPK Kota Surabaya 2018.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengelolaan limbah B3 dan TPS limbah B3 PT INKA (Persero) masih terdapat beberapa persyaratan yang belum memenuhi Peraturan Pemerintah nomor 22 Tahun 2021. Perencanaan pengemasan disesuaikan dengan karakteristik timbulan limbah dengan pemberian simbol dan label yang sesuai. Selain itu, penataan limbah B3 di TPS limbah B3 perlu diperhatikan dengan jarak antar limbah 60 cm dengan membuat dinding pemisah jika karakteristiknya berbeda. Analisis biaya yang dibutuhkan untuk merenovasi TPS limbah B3 PT INKA (Persero) dengan biaya pekerjaan sebesar Rp. 140.000.000 termasuk tambahan PPN 11%. Biaya pengadaan peralatan TPS limbah B3 sebesar Rp. 174.210.000.

Kata Kunci : Kemasan Limbah B3, Neraca Massa Limbah B3, PT INKA (Persero), TPS Limbah B3.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

B3 Waste TPS Planning at PT INKA (Persero) Madiun City

Student Name / NRP : Ayu Indah Puspitasari / 03211840000086

Departement : Teknik Lingkungan FT-SPK - ITS

Advisor : IDAA Warmadewanthi, ST., MT., Ph.D.

Abstract

PT INKA (Persero) is an industry in manufacturing rail transportation in Indonesia. Waste generated in the production process of making and repairing trains can be in the form of B3 and non-B3. The packaging of liquid waste, such as used lubricating oil and used cooling, are not in accordance with the arrangement of the characteristics of B3 waste. There are still packages of waste B3 that do not have symbols and labels. This causes the arrangement of waste storage locations and the absence of identity in the B3 waste packaging because it has not been given and its contents are not full. It is necessary to plan a temporary storage area (TPS) for B3 waste to function to store B3 waste in accordance with the characteristics of B3 waste and have symbols and labels on the packaging. Therefore, the purpose of this study is to plan a TPS for B3 waste and determine the costs required for the construction of a TPS for B3 waste at PT INKA (Persero).

Planning starts from conducting field observations at PT INKA (Persero), especially at TPS for B3 waste, to obtain primary data. Primary data includes type, amount, management of B3 waste, existing conditions, and B3 waste TPS facilities. The next stage is analyzing the data obtained by matching it with the literature and calculating the B3 waste mass balance. Then design the packaging and building of the B3 waste TPS, as well as calculate the costs needed to renovate the B3 waste TPS. Financing in planning uses the Madiun City HSPK and Surabaya City HSPK references in 2020 and 2018, respectively.

The result shows that the B3 waste operations and PT INKA (Persero) B3 waste TPS still had several requirements that did not meet Government Regulation number 22 of 2021. Packaging planning is adjusted to the waste-generated characteristics by giving appropriate symbols and labels. In addition, the arrangement of B3 waste at the B3 waste TPS needs to be considered with a distance of 60 cm between wastes by making a dividing wall if the characteristics differ. Analysis of the costs needed to renovate PT INKA (Persero) B3 waste TPS with a work cost of Rp. 140.000.000 including the addition of 11% VAT. The cost of procuring B3 waste TPS equipment is Rp. 174.210,000.

Keywords: B3 Waste Packaging, B3 Waste Mass Balance, PT INKA (Persero), B3 Waste TPS.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir tepat waktu dengan judul “Perencanaan TPS limbah B3 di PT INKA (Persero) Kota Madiun”.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu I D A A Warmadewanthi, S.T., M.T., Ph.D., selaku dosen pembimbing yang senantiasa membimbing dan memberikan masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Ibu Susi Agustina Wilujeng, S.T., M.T. dan Ibu Deqi Rizkivia Radita, S.T., M.S., selaku dosen pengarah yang telah memberikan masukan dan saran dalam Penyusunan tugas akhir ini.
3. Ibu I D A A Warmadewanthi, S.T., M.T., Ph.D., juga selaku dosen wali yang selalu memberikan semangat dan bimbingan selama perkuliahan.
4. Seluruh pihak dari PT INKA (Persero) yang telah membantu penulis dalam mengumpulkan data.
5. Bapak Rachmad Junaidi selaku papa saya dan Alfian Dimas Saputra selaku adik saya yang selalu mendukung dengan sepenuh hati dan sabar memberikan semangat setiap harinya.
6. Keluarga besar penulis yang telah memberikan dukungan secara moril dan materi, serta motivasi sehingga penyusunan tugas akhir dapat berjalan lancar.
7. Teman-teman Departemen Teknik Lingkungan angkatan 2018 yang berjuang bersama menjalani tugas akhir ini.
8. Serta seluruh pihak secara langsung dan tidak langsung yang telah membantu penulis hingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan semaksimal mungkin.

Penulis berharap laporan ini dapat bermanfaat dan berguna sebagai referensi tentang TPS limbah B3. Namun dalam penyusunan tugas akhir ini tentu masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu kritik dan saran sangat dibutuhkan dalam penyempurnaan laporan tugas akhir ini.

Surabaya, 26 Juli 2022

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

Abstrak	i
Abstract.....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat Perencanaan	2
1.5 Ruang Lingkup Perencanaan.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3).....	3
2.2 Identifikasi Limbah B3	3
2.2.1 Berdasarkan Sumber Limbah B3	3
2.2.2 Berdasarkan Jenis Limbah B3.....	3
2.2.3 Berdasarkan Kategori Bahaya Limbah B3.....	4
2.2.4 Berdasarkan Karakteristik Limbah B3.....	4
2.2.5 Mass Balance (Neraca Limbah B3)	6
2.3 Pengelolaan Limbah B3	7
2.3.1 Pengurangan.....	7
2.3.1.1 Pewadahan	7
2.3.1.2 Simbol dan Label	8
2.3.2 Penyimpanan	10
2.3.3 Pengumpulan.....	11
2.3.4 Pengangkutan	11
2.3.5 Pemanfaatan	11
2.3.6 Pengolahan	12
2.3.7 Penimbunan.....	12
2.4 TPS Limbah B3.....	12
2.5 Gambaran Umum Wilayah Studi	15
2.5.1 Diagram Alir Proses Produksi.....	15
2.5.2 Produk PT INKA (Persero).....	17
2.6 Kondisi Eksisting TPS Limbah B3 PT INKA (Persero).....	18
BAB III METODOLOGI	23
3.1 Kerangka Perencanaan	23
3.2 Rangkaian Kegiatan Perencanaan	25
3.2.1 Ide Perencanaan	25
3.2.2 Rumusan Masalah dan Tujuan	25
3.2.3 Tinjauan Pustaka	26
3.2.4 Pengumpulan Data	26
3.2.5 Pengolahan Data dan Perencanaan TPS limbah B3	28
3.2.6 Hasil Perencanaan	29
3.2.7 Kesimpulan dan Saran.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1 Identifikasi Limbah B3 di PT INKA (Persero)	31

4.1.1 Mass Balance (Neraca Massa) Limbah B3	33
4.1.1.1 Lama Penyimpanan Limbah B3	34
4.1.1.2 Diagram Alir Proses Penyimpanan Limbah B3.....	35
4.2 Peraturan dan Perizinan Limbah B3	40
4.3 Kondisi Eksisting Sistem Pengelolaan Limbah B3 di PT INKA (Persero)	40
4.3.1 Pemilahan.....	40
4.3.1.1 Pewadahan	40
4.3.2 Penyimpanan	54
4.3.3 Pengangkutan	58
4.4 Tata Letak (Layout) dan Desain Konstruksi Lokasi dan/atau TPS Limbah B3.....	58
4.5 Uraian Penyimpanan Limbah B3 yang Dihasilkan.....	62
4.6 Jenis dan Spesifikasi Peralatan Fasilitas Penyimpanan Limbah B3	62
4.7 Fasilitas Pengendalian Pencemaran	63
4.8 Perlengkapan Sistem Tanggap Darurat	66
4.9 Analisis Biaya	66
4.9.1 Biaya Pekerjaan.....	66
4.9.2 Biaya Upah Pekerja.....	66
4.9.3 Biaya Material.....	66
4.9.4 Biaya pengadaan alat-alat TPS limbah B3.....	66
4.9.5 Rekapitulasi Harga Keseluruhan.....	67
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	69
5.1 Kesimpulan	69
5.2 Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA.....	71
LAMPIRAN A Simbol Limbah B3.....	73
LAMPIRAN B SPESIFIKASI DAN PRODUK PT INKA (PERSERO)	76
LAMPIRAN C Mass Balance (Neraca Massa) Limbah B3 di PT INKA (Persero).....	98
LAMPIRAN D Observasi Lapangan.....	100
LAMPIRAN E Rekapitulasi Limbah B3.....	102
LAMPIRAN F Mass Balance (Neraca Massa) Limbah B3 di PT INKA (Persero)	103
LAMPIRAN G Pencatatan Pengelolaan Limbah B3 (Logbook) PT INKA (Persero).....	104
LAMPIRAN H Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	105
LAMPIRAN I Bangunan TPS Limbah B3 Dengan Software Sketchup (3D)	108
LAMPIRAN J Bangunan TPS Limbah B3 dengan Software SAP 2000	110
LAMPIRAN K Gambar Teknik	112
BIOGRAFI PENULIS	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Simbol Limbah B3.....	4
Gambar 2.2 Diagram Neraca Massa.....	6
Gambar 2.3 Contoh Pola Penyimpanan Limbah B3 Menggunakan Kemasan Drum	7
Gambar 2.4 Penyimpanan Limbah B3 dengan Menggunakan <i>Jumbo Bag</i>	8
Gambar 2.5 Label Limbah B3	8
Gambar 2.6 Label Limbah B3 Wadah dan/atau Kemasan Limbah B3 Kosong.....	9
Gambar 2.7 Label Limbah B3 Penandaan Posisi Tutup Wadah dan/atau Kemasan Limbah B3	9
Gambar 2.8 Contoh Simbol dan Label Kemasan Limbah B3	9
Gambar 2.9 Contoh Rancang Bangun Fasilitas Penyimpanan Limbah B3 dengan Sirkulasi Udara dalam Ruang Bangunan Penyimpanan Limbah B3	13
Gambar 2.10 Contoh Tata Ruang Fasilitas Penyimpanan Limbah B3 Berupa Gudang.....	14
Gambar 2.11 Lokasi PT INKA (Persero) Kota Madiun.....	15
Gambar 2.12 Diagram Alir Produksi Divisi Fabrikasi	15
Gambar 2.13 Diagram Alir Produksi Divisi <i>Finishing</i>	15
Gambar 2.14 TPS Limbah B3 PT INKA (Persero) Tampak Depan	19
Gambar 2.15 TPS Limbah B3 PT INKA (Persero) Tampak Samping Kiri	19
Gambar 2.16 TPS Limbah B3 PT INKA (Persero) Tampak Samping Kanan	20
Gambar 2.17 Simbol dalam TPS Limbah B3	20
Gambar 2.18 Peletakan Limbah B3 yang Tidak Sesuai	20
Gambar 2.19 Tidak Ada Pemberian Simbol dan Label Pada Kemasan Limbah.....	21
Gambar 2.20 Lebar Gang Antar Blok Limbah di TPS	21
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian.....	25
Gambar 4.1 Alur Limbah B3 Menuju TPS Limbah B3	35
Gambar 4.2 Diagram Alir Limbah Oli Bekas Menuju TPS Limbah B3	36
Gambar 4.3 Diagram Alir Limbah Pasir <i>Ex-blasting</i> Menuju TPS Limbah B3	36
Gambar 4.4 Diagram Alir Limbah <i>Accu</i> Bekas Menuju TPS Limbah B3	37
Gambar 4.5 Diagram Alir Limbah Kemasan Bekas Terkontaminasi Menuju TPS Limbah B3	37
Gambar 4.6 Diagram Alir Limbah Majun Bekas Terkontaminasi Menuju TPS Limbah B3... 37	37
Gambar 4.7 Diagram Alir Limbah Oli Pendingin Bekas Menuju TPS Limbah B3.....	37
Gambar 4.8 Diagram Alir Limbah Lelehan Gas <i>Cutting</i> Menuju TPS Limbah B3.....	38
Gambar 4.9 Diagram Alir Limbah Debu <i>Ex-Blasting</i> Menuju TPS Limbah B3	38
Gambar 4.10 Diagram Alir Limbah Solar Bekas Menuju TPS Limbah B3.....	38
Gambar 4.11 Diagram Alir Limbah <i>Cartridge</i> Menuju TPS Limbah B3	38
Gambar 4.12 Diagram Alir Limbah <i>Thinner</i> Bekas Menuju TPS Limbah B3.....	38
Gambar 4.13 Diagram Alir Limbah Bahan Kimia Kadaluarsa Menuju TPS Limbah B3.....	39
Gambar 4.14 Diagram Alir Limbah Cat Kadaluarsa Menuju TPS Limbah B3	39
Gambar 4.15 Diagram Alir Limbah Lampu TL Bekas Menuju TPS Limbah B3	39
Gambar 4.16 Diagram Alir Limbah Lampu TL Bekas Menuju TPS Limbah B3	39
Gambar 4.17 Izin Mendirikan Bangunan TPS Limbah B3	40
Gambar 4.18 Tong Sampah Pada Unit Minor Ass’y.....	42
Gambar 4.19 Ukuran Tong Sampah Tidak Sama.....	42
Gambar 4.20 Isi Tong Sampah Merah Tidak Sesuai Pemilahan.....	43
Gambar 4.21 Wadah Jerigen Oli Bekas/Oli Pendingin Bekas dan Serbuk Kayu Terkontaminasi Limbah B3	44
Gambar 4.22 Ceceran dan Benda di Atas Drum	45

Gambar 4.23 Kemasan Debu/Pasir <i>Ex-Blasting</i> Belum Terdapat Simbol dan Label	46
Gambar 4.24 Peletakan <i>Accu</i> Bekas Tanpa Kemasan	46
Gambar 4.25 Serbuk Kayu yang Sudah Terkontaminasi B3	47
Gambar 4.26 Peletakan Limbah Kemasan Bekas Terkontaminasi di Sembarang Tempat	47
Gambar 4.27 Kemasan Limbah Lampu TL Yang Kurang Tepat	48
Gambar 4.28 Kemasan Limbah Medis	48
Gambar 4.29 Tidak Ada Pemberian Simbol dan Label Limbah B3 serta Label Penunjuk Tutup Pada Kemasan Limbah B3 Penuh	53
Gambar 4.30 Peletakan Simbol dan Label Tidak Sesuai Peraturan	53
Gambar 4.31 Peletakan Label Pada Kemasan Kosong.....	54
Gambar 4.32 Kemasan Limbah B3 Tanpa Alas Pallet.....	55
Gambar 4.33 Peletakan Drum Dalam Satu Pallet yang Tidak Sesuai	56
Gambar 4.34 Tidak Ada Jarak Antar Pallet.....	56
Gambar 4.35 Pengangkutan internal dan eksternal PT INKA (Persero).....	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kompatibilitas Karakteristik Limbah B3 dalam Rangka Penyimpanan Limbah B3	.6
Tabel 2.2 Limbah B3 dari Proses Produksi	16
Tabel 2.3 Jenis Limbah B3 di PT INKA (Persero)	18
Tabel 4.1 Identifikasi Kode, Karakteristik, dan Kategori Limbah B3 di PT INKA (Persero)	31
Tabel 4.2 Nama dan Jumlah limbah yang Dihasilkan PT INKA (Persero)	34
Tabel 4.3 Jumlah Timbulan Limbah B3 yang Dihasilkan Tiap Limbah dalam 180 atau 365 Hari	35
Tabel 4.4 Jumlah Timbulan yang Dihasilkan Tiap Limbah dalam 120 Hari	36
Tabel 4.5 Jumlah Limbah yang Dihasilkan Tiap Limbah dalam 90 Hari	39
Tabel 4.6 Pewadahan Limbah B3 PT INKA (Persero)	43
Tabel 4.7 Dimensi Desain Kemasan Drum	49
Tabel 4.8 Dimensi Desain Kemasan <i>Jumbo Bag</i>	49
Tabel 4.9 Dimensi Desain Kemasan Tong Sampah	49
Tabel 4.10 Dimensi Desain Kemasan Kantong Plastik Berwarna Kuning	50
Tabel 4.11 Dimensi Desain Refrigerator	50
Tabel 4.12 Perencanaan Kemasan Limbah B3	50
Tabel 4.13 Jumlah Jumlah Kemasan yang Dibutuhkan Setiap Limbah Selama 120 Hari	51
Tabel 4.14 Jumlah Jumlah Kemasan yang Dibutuhkan Setiap Limbah Selama 90 Hari	51
Tabel 4.15 Kesesuaian Simbol dan Label pada Kemasan dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021	52
Tabel 4.16 Kesesuaian Simbol dan Label pada Kemasan dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021	54
Tabel 4.17 Pemantauan Limbah B3 PT INKA (Persero) terhadap Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021	57
Tabel 4.18 Kesesuaian Bangunan TPS Limbah B3 PT INKA (Persero) terhadap Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021	58
Tabel 4.19 Luas Area Tiap Limbah B3	61
Tabel 4.20 Spesifikasi Alat Pemadam Api Ringan (APAR)	63
Tabel 4.21 Spesifikasi <i>Safety Shower</i> dan <i>Eyewash</i>	63
Tabel 4.22 Kesesuaian Fasilitas TPS Limbah B3 PT INKA (Persero) terhadap Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021	64
Tabel 4.23 Biaya Pengadaan Alat-Alat TPS Limbah B3	67
Tabel 4.24 Rekapitulasi Harga Keseluruhan	67

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT INKA (Persero) sebagai Badan Usaha Milik Negara (BUMN) merupakan industri manufaktur transportasi kereta api di Indonesia. Setiap proses produksinya tidak luput pula dengan hasil limbah yang dapat berpotensi mencemari lingkungan, limbah yang dihasilkan dapat berupa bahan berbahaya dan beracun (B3) dan non B3. Jenis limbah B3 yang dihasilkan di PT INKA (Persero) adalah limbah cair B3 yaitu minyak pelumas bekas, oli bekas, dan oli pendingin bekas. Limbah padat B3 yaitu kaleng bekas B3 (kaleng cat, thinner, drum), aki bekas, pasir *ex. blasting*, debu *ex. blasting*, kerak plasma, majun bekas, dan sisa *fiberglass* (Ichtiakhiri dan Sudarmaji, 2015).

Dalam menjalankan proses produksi dalam sektor industri tidak lepas dari permasalahan limbah B3. Sementara proses pembuatan dan perbaikan kereta api menghasilkan lebih dari satu jenis limbah B3. Jika limbah B3 tersebut tidak ditangani dengan baik dan benar maka dapat berdampak pada pencemaran lingkungan (Sillahudin, 2018). Salah satu pencemaran lingkungan yang berbahaya adalah masuknya limbah B3 kedalam tanah mengakibatkan kontaminan terlepas ke lingkungan. Kontaminan berbahaya yang terlepas ke lingkungan memiliki kecenderungan tinggi mencemari air dan udara di sekitarnya, sehingga menyebabkan kerugian yang signifikan bagi manusia, hewan, dan ekosistem. Limbah B3 biasanya mengandung bahan kimia beracun seperti merkuri, timbal, belerang, arsenik, dan sianida, yang berbahaya baik bagi individu maupun ekosistem (Akpan dan Olukanni, 2020). Proses pencemaran yang disebabkan limbah B3 baik berupa limbah padat, cair, dan gas bisa terjadi secara langsung maupun tidak langsung. Dampak proses langsung dapat mengganggu kesehatan manusia, hewan dan tumbuhan. Sedangkan dampak proses tidak langsung dimana bahan kimia bereaksi dengan air dan tanah yang menyebabkan polusi hingga menimbulkan pencemaran (Nursabrina *et al.*, 2021). PT INKA (Persero) menghasilkan minyak pelumas bekas kurang lebih sebanyak 22 drum atau 4400 liter per tahun (Kusuma, 2011). Pada pengemasan limbah cair seperti oli pelumas bekas dan oli pendingin bekas menggunakan drum berkapasitas 200 liter. Hal sistem penyimpanan masih terdapat beberapa belum sesuai dengan yang dianjurkan yaitu kondisi penyimpanan dengan tumpukan maksimal tiga lapis dialasi palet. Kemungkinan dapat terjadinya kebocoran limbah (Ichtiakhiri dan Sudarmaji, 2015). Pada limbah B3 yang sudah dikemas dalam TPS masih ada beberapa belum terdapat penandaan kemasan limbah dengan pemberian simbol dan label.

Penataan limbah B3 dalam TPS di PT INKA (Persero) masih ada beberapa yang belum memenuhi persyaratan yang berlaku. Maka harus menentukan penataan berdasarkan kompatibilitas karakteristik limbah B3 supaya tidak saling bercampur dengan karakteristik limbah B3 lainnya di dalam TPS limbah B3. Penandaan limbah B3 pada kemasan baik simbol dan label sangat diperlukan. Hal ini berguna untuk memberikan identitas limbah supaya dapat diketahui pada suatu tempat jika terdapat limbah B3. Teknis operasional yang dilakukan oleh PT INKA (Persero) masih belum sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021. Selain itu, jumlah limbah B3 yang dihasilkan oleh PT INKA (Persero) dapat mempengaruhi lama penyimpanan limbah. Lama penyimpanan limbah berpengaruh pada luas area TPS limbah B3. Dengan demikian, dilakukan perencanaan TPS limbah B3 guna menunjang kegiatan pengelolaan limbah B3. Perlu dilakukan penataan limbah B3 dengan membuat desain sesuai karakteristik limbah di dalam TPS limbah B3. Desain TPS limbah B3 yang dilakukan sesuai dengan jumlah dan jenis limbah yang ada (Pratama *et al.*, 2015).

Perencanaan tersebut tidak hanya dipengaruhi oleh aspek teknis yang mencakup *Detail Engineering Design* (DED) TPS limbah B3, tetapi juga aspek non-teknis yaitu rencana pembiayaan. Pada rencana pembiayaan melakukan analisis mengenai *Bill of Quantity* (BOQ)

dan analisis biaya renovasi dari perencanaan TPS limbah B3. Perhitungan RAB mengacu pada Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Kota Madiun tahun 2020 dan Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Kota Surabaya tahun 2018. Pemakaian HSPK kota Surabaya digunakan sebagai referensi dikarenakan harga yang ada di Kota Madiun tidak ada.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana desain perencanaan TPS untuk limbah B3 di PT INKA (Persero)?
2. Berapa biaya yang diperlukan untuk pembangunan TPS limbah B3 di PT INKA (Persero)?

1.3 Tujuan

Tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Merencanakan TPS untuk limbah B3 di PT INKA (Persero).
2. Menentukan biaya yang diperlukan untuk pembangunan TPS limbah B3 di PT INKA (Persero).

1.4 Manfaat Perencanaan

Manfaat dalam penelitian ini adalah:

1. Memberikan rekomendasi kepada PT INKA (Persero) dalam penataan limbah B3 pada TPS limbah B3.
2. Memberikan estimasi RAB untuk perencanaan TPS limbah B3 di PT INKA (Persero).

1.5 Ruang Lingkup Perencanaan

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah:

1. Tempat studi yang akan direncanakan adalah PT INKA (Persero) Kota Madiun.
2. Waktu perencanaan adalah selama bulan Februari 2022 hingga April 2022.
3. Aspek yang akan ditinjau dalam perencanaan TPS limbah B3 meliputi aspek teknis dan aspek biaya. Aspek teknis menghasilkan *Detail Engineering Design* (DED) meliputi perhitungan dan gambar teknik. Sedangkan rencana pembiayaan menghasilkan analisis biaya yang sesuai dengan HSPK Kota Madiun tahun 2020.
4. Jenis data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder. Data primer berupa observasi lapangan. Sedangkan data sekunder dari jumlah limbah B3, jenis limbah B3, neraca massa limbah B3, dan beberapa referensi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3)

Sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021, B3 adalah zat, energi, dan/atau komponen lain yang karena sifat, konsentrasi, dan/atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemarkan dan/atau merusak Lingkungan Hidup, dan/atau membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, serta kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lain. Limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) adalah sisa suatu usaha dan/atau kegiatan yang mengandung B3. Karakteristik limbah B3 sebagai berikut.

- a. Mudah meledak
- b. Mudah menyala
- c. Reaktif
- d. Infeksius
- e. Korosif, dan/atau
- f. Beracun

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2021, terdapat karakteristik limbah berbahaya terhadap lingkungan.

2.2 Identifikasi Limbah B3

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Identifikasi limbah B3 dibagi menjadi dua sebagai berikut:

2.2.1 Berdasarkan Sumber Limbah B3

Limbah B3 berdasarkan sumbernya terbagi menjadi sumber tidak spesifik, sumber spesifik, dan dari bahan kimia kadaluarsa, tumpukan, bekas kemasan, dan buangan produk yang tidak memenuhi spesifikasi. Penjelasan lebih lanjut mengenai sumber limbah B3 adalah sebagai berikut.

- a. Limbah B3 dari sumber tidak spesifik
Limbah B3 dari sumber tidak spesifik merupakan limbah B3 yang berasal dari kegiatan pendukung operasi produksi. Seringkali disebutkan bahwa limbah tersebut berasal dari selain kegiatan produksi langsung. Contohnya adalah filter bekas, oli bekas, majun bekas, dan aki bekas.
- b. Limbah B3 dari sumber spesifik
Limbah B3 dari sumber spesifik merupakan limbah B3 yang berasal dari kegiatan produksi langsung. Contohnya adalah *oil sludge* mempunyai karakteristik limbah B3 yang mudah terbakar (Amelia, 2021).
- c. Limbah B3 dari bahan kimia kadaluarsa, tumpahan, bekas kemasan, dan buangan produk yang tidak memenuhi spesifikasi
Limbah B3 dari bahan kimia kadaluarsa, tumpahan, sisa kemasan atau buangan produk tidak memenuhi spesifikasi yang ditentukan atau tidak dapat dimanfaatkan kembali. Suatu produk dapat menjadi limbah B3 yang memerlukan pengelolaan seperti limbah B3 lainnya. Hal yang sama juga berlaku untuk sisa kemasan limbah B3 dan bahan-bahan kimia yang kadaluarsa (Pratama *et al.*, 2018).

2.2.2 Berdasarkan Jenis Limbah B3

Berdasarkan jenis limbah B3 dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu:

- a. Limbah B3 padat
Limbah padat adalah buangan dari hasil-hasil industri berwujud padat pada sisa proses pengolahan (Karyada, 2021). Limbah padat jika tidak dibuang di dalam air akan

mencemari air dan menyebabkan makhluk hidup yang tinggal didalamnya akan mati. Sementara apabila dibuang di wilayah dataran tanpa adanya proses pengolahan akan mencemari tanah (Griya, 2020).

b. Limbah B3 cair

Limbah berupa cairan yang dihasilkan oleh industri atau kegiatan lain yang akan mencemari lingkungan jika tidak ditangani dengan baik (Karyada, 2021). Limbah cair ada yang memiliki sifat berbahaya dan dapat dinetralsisir secara cepat. Limbah cair yang dapat dinetralsisir adalah limbah berbentuk cair yang mengalami proses pengolahan terlebih dahulu (Geografi, 2020).

c. Limbah B3 gas

Limbah gas adalah limbah yang dihasilkan oleh pabrik yang dibuang ke udara dalam bentuk gas atau asap, partikel atau debu dengan adanya angin akan meningkatkan terpapar dan pencemaran limbah tersebut (Karyada, 2021). Limbah gas adalah limbah dimana udara sebagai medianya. Semakin banyak limbah gas yang naik ke udara, maka kualitas udara semakin menurun. Bahkan, limbah gas yang dibiarkan di udara bisa membuat kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya terganggu (Blog, 2021).

2.2.3 Berdasarkan Kategori Bahaya Limbah B3

Berdasarkan kategori bahaya limbah B3 dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu:

a. Limbah B3 kategori 1

Limbah yang risikonya berdampak secara langsung terhadap kesehatan manusia (akut). Dampak yang terjadi dengan cepat atau tiba-tiba serta langsung terhadap manusia.

b. Limbah B3 kategori 2

Limbah yang memiliki efek tidak akut (tunda) dan memberikan dampak tidak langsung bagi manusia dan lingkungan hidup. Limbah B3 kategori 2 memiliki toksisitas yang cenderung atau kronis (jangka panjang).

c. Limbah non B3

Pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Pengelolaan Limbah B3. Limbah non B3 sisa usaha dan/atau kegiatan yang tidak menunjukkan karakteristik limbah B3.

2.2.4 Berdasarkan Karakteristik Limbah B3

Gambar simbol limbah B3 berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 14 Tahun 2013 dapat dilihat pada Lampiran A. Simbol limbah B3 dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Simbol Limbah B3

Sumber: Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Daerah Istimewa Yogyakarta, 2019

- a. Mudah Meledak
Limbah pada saat suhu dan tekanan standar (25°C, 760 mmHg) akan mudah meledak atau melalui reaksi kimia dan/atau fisika dapat menghasilkan gas. Suhu dan tekanan tinggi yang dengan cepat dapat merusak lingkungan sekitar karena terjadi ledakan tersebut.
- b. Mudah Menyala
Limbah mudah terbakar termasuk limbah bertekanan yang mudah terbakar, limbah pengoksidasi. Limbah cair dengan kandungan alkohol 24% volume, dan/atau pada titik nyala $\leq 60^\circ\text{F}$. Berakibat akan menyala apabila terjadi kontak dengan api, percikan api, atau sumber menyala lainnya. Berbeda dengan yang bukan berupa cairan, pada temperatur dan tekanan standar (25°C, 760 mmHg) dapat mudah menyebabkan kebakaran melalui gesekan. Selain itu, penyerapan uap air atau perubahan kimia secara spontan dan apabila terbakar dapat menyebabkan kebakaran terus menerus.
- c. Reaktif
Pengertian reaktif adalah sebagai berikut:
- Pada kedalaman normal tidak stabil dan dapat menyebabkan perubahan tanpa peledakan
 - Dapat bereaksi hebat dengan air. Apabila bercampur air menimbulkan ledakan, menghasilkan gas, dan uap atau asap beracun dalam jumlah yang membahayakan bagi kesehatan manusia dan lingkungan
 - Limbah sianida, sulfida, atau amoniak pada kondisi pH antara 2- 12,5. Hal ini dapat menghasilkan gas, uap atau asap beracun dalam jumlah yang membahayakan bagi kesehatan manusia dan lingkungan
 - Mudah meledak atau bereaksi pada suhu dan tekanan standar (25°C , 760 mmHg)
 - Menyebabkan kebakaran karena melepas atau menerima oksigen atau limbah organik peroksida yang tidak stabil dalam suhu tinggi.
- d. Beracun
Limbah yang mengandung pencemar yang bersifat racun bagi manusia atau lingkungan yang dapat menyebabkan kematian. Dapat juga sakit yang serius apabila masuk dalam tubuh melalui pernapasan, kulit atau mulut.
- e. Korosif
Limbah yang memiliki dari salah satu sifat berupa:
- Menyebabkan iritasi atau terbakar pada kulit
 - Menyebabkan proses pengkaratan pada lempeng baja
 - Mempunyai pH sama atau kurang dari 2 untuk limbah bersifat asam dan sama atau lebih besar dari 12,5 untuk bersifat basa.
- f. Infeksius
Sifat limbah infeksius adalah sebagai berikut:
- Limbah mengandung kuman atau bakteri yang dapat menginfeksi tubuh
 - Bersifat menular mengakibatkan penyakit seperti hepatitis, kolera, dan lain-lain
 - Umumnya limbah buangan dari kegiatan medis (Sillahudin, 2018).
- g. Berbahaya Terhadap Lingkungan
Memiliki sifat yang dapat menimbulkan bahaya terhadap lingkungan. Bahan kimia ini dapat merusak atau menyebabkan kematian pada ikan atau organisme akuatik lainnya atau bahaya lain yang dapat ditimbulkan. Bahaya lainnya seperti merusak lapisan ozon (misalnya CFC = *Chlorofluorocarbon*), persistent di lingkungan (misalnya PCBs = *Polychlorinated Biphenyls*) (Malayadi, 2017).

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 dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kompatibilitas Karakteristik Limbah B3 dalam Rangka Penyimpanan 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

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

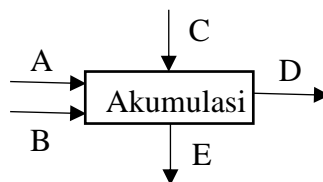
Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 06 Tahun 2021

2.2.5 Mass Balance (Neraca Limbah B3)

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 18 Tahun 2020 tentang Pemanfaatan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. *Mass balance* meliputi:

- a. Diagram alir memberikan gambaran informasi proses terdiri atas: *input*, proses, dan *output*, serta neraca proses/bahan (*material/process balance*).
- b. Jumlah/volume limbah yang akan dimanfaatkan dalam satuan ton per hari.
- c. Jumlah produk yang dihasilkan, apabila kegiatan pemanfaatan limbah B3 menghasilkan produk.

Neraca massa merupakan metode perhitungan yang dapat digunakan dengan tepat untuk semua bahan yang akan di *input* kan, diakumulasikan, dan yang menjadi *output* dalam waktu tertentu. Berikut ini adalah diagram neraca massa dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Diagram Neraca Massa

Dengan persamaan rumus sebagai berikut.

$$M_A + M_B + M_C = M_D + M_E + M_{akumulasi}$$

Bila tidak terdapat massa yang terakumulasi, maka persamaan menjadi:

$$\text{Massa masuk} = \text{massa yang keluar} \text{ (Murti } et al., 2018).$$

2.3 Pengelolaan Limbah B3

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Pengelolaan limbah B3 adalah kegiatan meliputi pengurangan, penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan, pemanfaatan, pengolahan, dan/atau penimbunan.

2.3.1 Pengurangan

Pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. 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.

2.3.1.1 Pewadahan

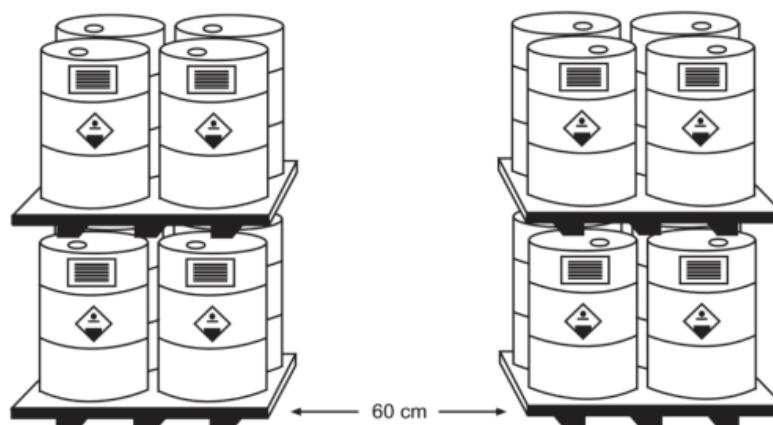
Bahan yang digunakan untuk wadah dan sarana lainnya dipilih berdasarkan karakteristik limbah B3. Sebelum dilakukan pengemasan harus dipastikan informasi tentang jenis dan karakteristik limbah B3 yang akan dikemas dan disimpan.

Persyaratan kemasan limbah B3 berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2020 sebagai berikut:

- Menggunakan kemasan yang terbuat dari bahan logam atau plastik yang dapat mengemas limbah
- Sesuai dengan karakteristik limbah B3
- Mampu mengungkung limbah B3 untuk tetap berada dalam kemasan
- Memiliki penutup yang kuat untuk mencegah terjadinya tumpahan saat dilakukan penyimpanan, pemindahan, dan/atau pengangkutan, dan
- Berada dalam kondisi tidak bocor, tidak berkarat, dan tidak rusak.

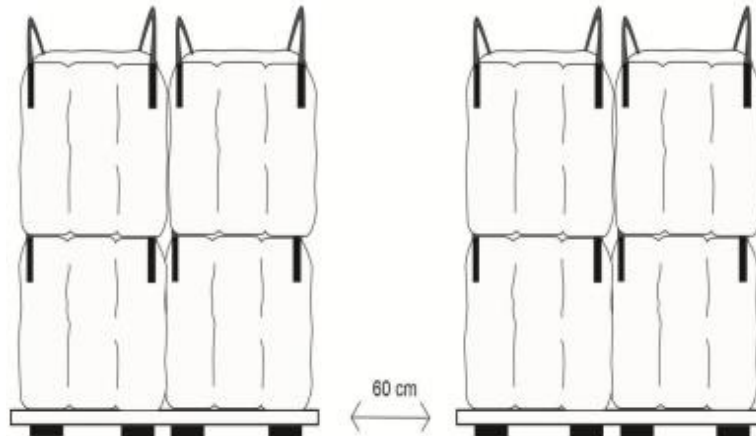
Limbah B3 yang disimpan pada bangunan wajib dilakukan pengemasan. Pengemasan limbah B3 dapat menggunakan kemasan sebagai berikut:

- Drum, berguna untuk mengemas limbah B3 dari drum logam atau plastik dengan kapasitas 200 Liter. Kemasan drum dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Contoh Pola Penyimpanan Limbah B3 Menggunakan Kemasan Drum
Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2020

2. *Jumbo bag*, kantong besar dengan kapasitas 500 kl - 2.000 kl, menyimpan dan mengangkat berbagai produk dengan berbentuk butiran, serbuk, atau serpih



Gambar 2.4 Penyimpanan Limbah B3 dengan Menggunakan *Jumbo Bag*

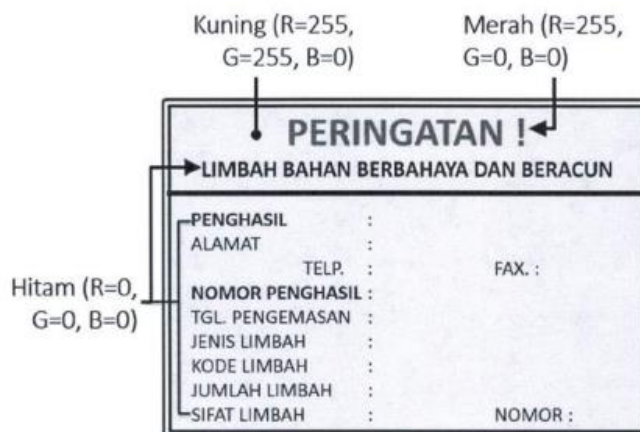
Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2020

3. Tangki *intermediate bulk container* (IBC), alat penyimpanan limbah B3 fase cair
4. Kontainer sama dengan IBC untuk limbah B3 fase cair.

2.3.1.2 Simbol dan Label

Setiap simbol limbah B3 menandakan satu karakteristik limbah B3. Simbol limbah B3 terbuat dari kertas stiker yang dapat ditempel langsung pada kemasan. Memiliki ukuran 10 cm x 10 cm yang berguna untuk mempermudah pemasangan. Kertas stiker simbol limbah B3 memiliki sifat tahan air tidak berbahaya terhadap kemasan, tempat penyimpanan, alat angkut, dan lingkungan.

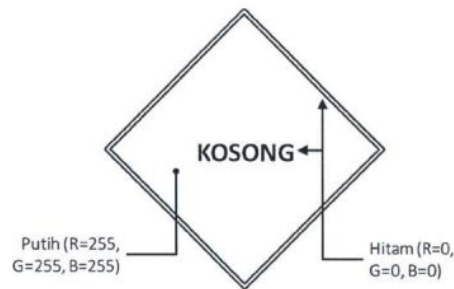
Label pada limbah B3 merupakan suatu penandaan pelengkap yang diletakkan pada kemasan limbah B3 yang isinya sudah penuh. Label limbah B3 memberikan informasi yang berisikan nama penghasil, alamat penghasil, waktu pengemasan, jumlah, dan karakteristik limbah B3. Ukuran label limbah B3 untuk wadah dan/atau kemasan limbah B3 sebesar 15 cm x 20 cm. Memiliki warna dasar kuning dengan garis tepi berwarna hitam dengan tulisan identitas berwarna hitam serta ada tulisan “PERINGATAN!” berwarna merah huruf lebih besar. Label limbah B3 dapat dilihat pada Gambar 2.5.



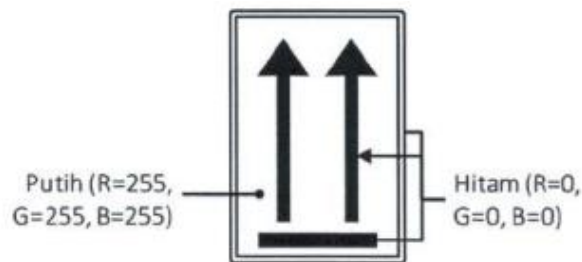
Gambar 2.5 Label Limbah B3

Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 14 Tahun 2013

Label limbah B3 tidak hanya untuk kemasan limbah B3 yang sudah penuh, tetapi terdapat label yang digunakan untuk kemasan limbah B3 yang kosong. Ukuran label limbah B3 kemasan kosong pada kemasan sebesar 10 cm x 10 cm dengan terdapat tulisan “KOSONG” berwarna hitam terletak di tengah. Label untuk penunjuk tutup wadah pada kemasan limbah B3 berukuran 7 cm x 15 cm. Memiliki warna dasar putih, terdapat gambar dua anak panah mengarah ke atas yang sejajar di atas blok hitam terdapat frame hitam. Label kemasan kosong dan label tanda posisi tutup wadah pada kemasan limbah B3 dapat dilihat pada Gambar 2.6 dan Gambar 2.7.



Gambar 2.6 Label Limbah B3 Wadah dan/atau Kemasan Limbah B3 Kosong
Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 14 Tahun 2013



Gambar 2.7 Label Limbah B3 Penandaan Posisi Tutup Wadah dan/atau Kemasan Limbah B3

Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 14 Tahun 2013

Pada kemasan limbah B3 penempatan simbol dan label diletakkan secara berurutan. Letak label berada di atas simbol. Sedangkan simbol berada di bawah label limbah B3. Peletakkan ini sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2013. Penempatan simbol dan label limbah B3 dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Contoh Simbol dan Label Kemasan Limbah B3
Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2021

2.3.2 Penyimpanan

Penyimpanan limbah B3 berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 12 tahun 2020 tentang Penyimpanan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun adalah kegiatan menyimpan limbah B3 yang dihasilkan oleh penghasil limbah B3 dengan maksud menyimpan sementara limbah B3 yang dihasilkan. Setiap orang yang menghasilkan limbah B3 wajib melakukan penyimpanan limbah B3 paling lama:

- a. 90 (sembilan puluh) hari sejak limbah B3 dihasilkan, untuk limbah B3 yang dihasilkan sebesar 50 kg (lima puluh kilogram) per hari atau lebih
- b. 180 (seratus delapan puluh) hari sejak limbah B3 dihasilkan, untuk limbah B3 yang dihasilkan kurang dari 50 kg (lima puluh kilogram) per hari untuk limbah B3 kategori 1
- c. 365 (tiga ratus enam puluh lima) hari sejak limbah B3 dihasilkan, untuk limbah B3 yang dihasilkan kurang dari 50 kg (lima puluh kilogram) per hari untuk limbah B3 kategori 2 dari sumber tidak spesifik dan sumber spesifik umum, atau
- d. 365 (tiga ratus enam puluh lima) hari sejak limbah B3 dihasilkan, untuk limbah B3 kategori 2 dari sumber spesifik khusus.

Tempat penyimpanan limbah B3 harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Lokasi penyimpanan limbah B3 dengan bebas banjir dan tidak rawan bencana alam
2. Peralatan penanggulangan keadaan darurat, dan
3. Fasilitas penyimpanan limbah B3 yang sesuai dengan jumlah limbah B3, karakteristik limbah B3, dan dilengkapi dengan upaya pengendalian pencemaran lingkungan hidup.

Fasilitas penyimpanan limbah B3 berupa bangunan wajib memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- 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, dan
- l. Dilengkapi dengan simbol limbah B3 sesuai dengan ketentuan perundang-undangan.

Setiap limbah B3 yang tersimpan harus memiliki alas pallet. Pallet terbuat dari kayu berbentuk persegi datar memiliki rongga berguna untuk meletakkan kemasan yang berada di TPS sehingga tersusun rapi. Selain itu, berguna jika ada cecceran/tumpahan limbah B3 sehingga mengalir ke bak penampung dan tidak mengendap di bawah kemasan. Satu pallet dapat menampung 4 drum dan maksimal tumpukan adalah 3 tumpuk. Drum yang sudah terisi dengan limbah B3 dan disimpan di TPS limbah B3 harus dilakukan pemeriksaan kondisi kemasan sekurang-kurangnya 1 minggu satu kali. Kemasan bekas mengemas limbah B3 dapat digunakan kembali untuk mengemas limbah B3 dengan karakteristik yang sama dengan sebelumnya.

2.3.3 Pengumpulan

Pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup 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.

Persyaratan teknis pengumpulan limbah B3 meliputi:

- a. Nama, sumber, kategori, dan/atau karakteristik limbah B3 yang akan dikumpulkan
- b. Desain dan rancang bangun fasilitas pengumpulan limbah B3
- c. Tata cara pengemasan limbah B3
- d. Tata letak lokasi pengumpulan limbah B3
- e. Ketentuan simbol limbah B3
- f. Sistem tanggap darurat berupa dokumen program kedaruratan pengelolaan limbah, dan
- g. Kepemilikan fasilitas laboratorium dan/atau alat analisa laboratorium yang mampu menguji paling sedikit karakteristik limbah B3 mudah meledak, mudah menyala, reaktif, korosif, dan/atau beracun.

Selain itu, terdapat juga kewajiban suatu industri atau pemegang persetujuan teknis pengelolaan limbah B3 untuk kegiatan pengumpulan limbah B3 meliputi:

1. Mengumpulkan limbah B3 sesuai dengan nama dan karakteristik limbah B3
2. Memfungsikan tempat penyimpanan limbah B3 sebagai tempat penyimpanan limbah B3
3. Menyimpan limbah B3 yang dikumpulkan ke dalam tempat penyimpanan limbah B3
4. Melakukan pengemasan limbah B3 sesuai dengan karakteristik limbah B3
5. Meletakkan simbol limbah B3 pada kemasan limbah B3
6. Melakukan identifikasi limbah B3 yang dikumpulkan
7. Melakukan segregasi limbah B3 sesuai dengan ketentuan sebagai berikut:
 - Nama limbah B3 sebagaimana tercantum dalam Lampiran IX yang merupakan bagian tidak terpisahkan
 - Karakteristik limbah B3 : mudah meledak, mudah menyala, reaktif, infeksius, korosif, dan/atau beracun
8. Melakukan pencatatan nama, sumber, karakteristik, dan jumlah limbah B3 yang dikumpulkan
9. Menyusun dan menyampaikan laporan pengumpulan limbah B3
10. Memiliki dan melaksanakan sistem tanggap darurat berupa dokumen program kedaruratan pengelolaan limbah B3, dan
11. Memiliki tenaga kerja yang memiliki sertifikat kompetensi di bidang pengelolaan limbah B3.

2.3.4 Pengangkutan

Pengangkutan limbah B3 adalah suatu kegiatan pemindahan limbah B3 dari penghasil atau dari pengumpul atau dari pemanfaat atau dari pengolah ke pengumpul atau ke pemanfaat atau ke pengolah atau ke penimbun limbah B3. Setiap pengangkutan limbah B3 oleh pengangkut limbah B3 wajib disertai dokumen limbah B3 yang ditetapkan oleh kepala instansi yang bertanggung jawab. Pengangkutan limbah B3 dilakukan dengan alat angkut khusus yang memenuhi persyaratan dengan tata cara pengangkutan yang ditetapkan berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Kegiatan pengangkutan limbah B3 wajib memiliki izin dari menteri yang menyelenggarakan urusan dari bidang perhubungan (Malayadi, 2017).

2.3.5 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 berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021. Pemanfaatan limbah B3, meliputi perolehan kembali (*recovery*), penggunaan kembali (*reuse*), dan daur ulang (*recycle*). Memiliki tujuan untuk mengubah limbah B3 menjadi suatu produk yang dapat digunakan dan harus aman bagi lingkungan dan kesehatan manusia (Utami, 2019).

2.3.6 Pengolahan

Pada Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021, 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. Setiap orang yang dimaksud jika tidak mampu melakukan sendiri pengolahan limbah B3 sehingga diserahkan kepada pengolah limbah B3. Pengolahan limbah berguna untuk mencegah, menanggulangi pencemaran, dan/atau kerusakan lingkungan hidup yang diakibatkan oleh limbah B3. Selain itu, melakukan pemulihan kualitas lingkungan yang sudah tercemar sehingga sesuai dengan fungsinya kembali (Yuliani, 2011).

2.3.7 Penimbunan

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021. Penimbunan limbah B3 adalah kegiatan menempatkan limbah B3 pada fasilitas penimbunan dengan maksud tidak membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan hidup. Adapun syarat dan lokasi penimbunan limbah B3 sebagai berikut.

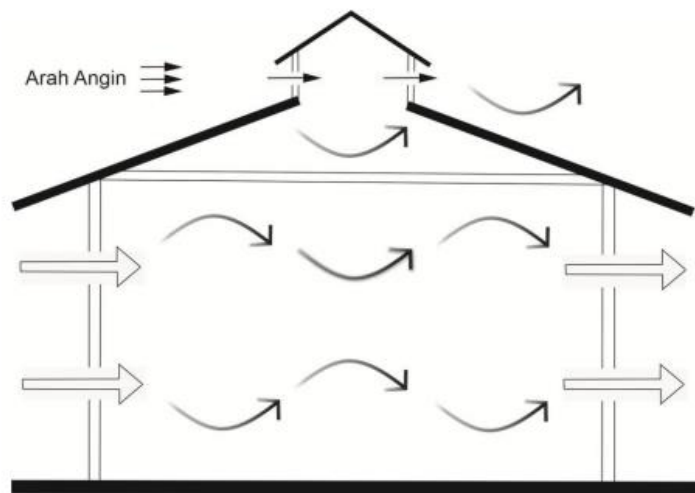
- a. Bebas banjir
- b. Permeabilitas tanah
- c. Daerah yang secara geologis aman, stabil, tidak rawan bencana, dan di luar kawasan lindung, dan
- d. Tidak merupakan daerah resapan air tanah, terutama yang digunakan untuk air minum.

2.4 TPS Limbah B3

Berdasarkan peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 6 Tahun 2021 tentang Tata Cara dan Persyaratan Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. Persyaratan rancang bangun tempat penyimpanan limbah B3 sebagai berikut:

1. Bangunan tempat penyimpanan limbah B3 berupa bangunan dirancang dengan memperhatikan sirkulasi udara dalam ruang bangunan
2. Fasilitas penyimpanan limbah B3 berupa bangunan harus dirancang terdiri dari beberapa bagian penyimpanan. Memiliki ketentuan bahwa setiap bagian penyimpanan hanya digunakan untuk menyimpan satu karakteristik limbah B3 atau limbah B3 yang saling cocok. Bagian penyimpanan antara satu dengan lainnya harus dibuat batas pemisah/tanggul untuk menghindari tercampurnya atau masuknya tumpahan Limbah B3 ke bagian penyimpanan limbah B3 lainnya
3. 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.

Berikut ini adalah gambar contoh rancang bangun fasilitas penyimpanan limbah B3 dengan sirkulasi udara dalam ruang bangunan penyimpanan limbah B3 dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Contoh Rancang Bangun Fasilitas Penyimpanan Limbah B3 dengan Sirkulasi Udara dalam Ruang Bangunan Penyimpanan Limbah B3

Sumber: Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2020

Persyaratan bangunan penyimpanan limbah B3 menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 06 Tahun 2021 tentang Tata Cara dan Persyaratan Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun adalah sebagai berikut:

- a. Memiliki rancang bangun dan luas ruang penyimpanan yang sesuai dengan jenis, karakteristik, dan jumlah limbah B3 yang dihasilkan/akan disimpan
- b. Terlindung dari masuknya air hujan baik secara langsung maupun tidak langsung
- c. Dibuat tanpa plafon dan memiliki sistem ventilasi udara yang memadai. Ventilasi ini untuk mencegah terjadinya akumulasi gas di dalam ruang penyimpanan. Pada ventilasi dipasang kasa untuk mencegah masuknya burung atau binatang kecil lainnya ke dalam ruang penyimpanan. Ventilasi untuk sirkulasi udara dalam ruang penyimpanan limbah B3 terdapat 3 macam, yaitu ventilasi bawah, ventilasi atas, dan ventilasi atap
- d. Memiliki sistem penerangan (lampu/cahaya matahari) yang memadai untuk operasional pergudangan atau inspeksi rutin. TPS menggunakan lampu penerangan yang dipasang lebih dari 1 meter di atas kemasan dengan saklar terpasang di sisi luar bangunan
- e. TPS Limbah B3 dilengkapi dengan sistem penangkal petir
- f. Pada bagian luar tempat penyimpanan diberi penandaan (simbol)
- g. Lantai bangunan penyimpanan kedap air, tidak bergelombang, kuat, dan tidak retak.
- h. Lantai dibuat landai turun ke arah bak penampungan dengan kemiringan maksimum 1%. Pada bagian luar bangunan, kemiringan lantai dibuat ke arah keluar sehingga air hujan dapat mengalir ke arah menjauhi bangunan.
- i. Lebar gang antar blok minimum 60 cm.

Beberapa persyaratan lain terkait bangunan penyimpanan limbah B3 adalah sebagai berikut:

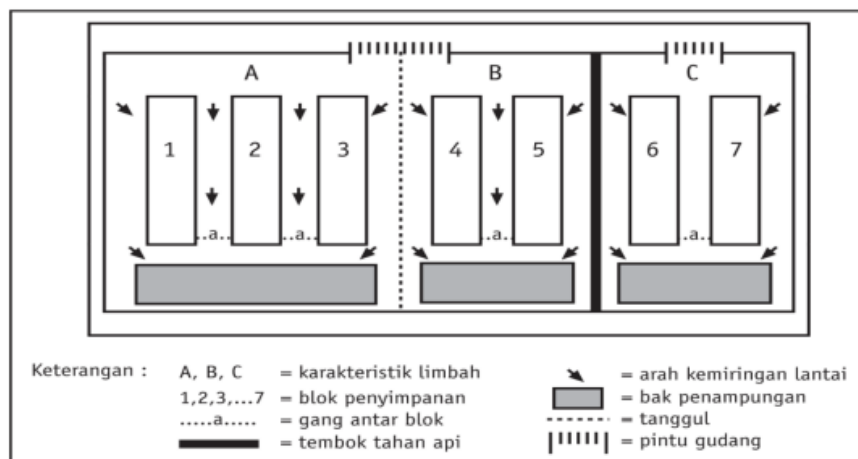
1. TPS limbah B3 tidak berdampingan dengan gudang lain. Jika TPS berdampingan dengan gudang lain maka harus dibuat tembok pemisah tahan api. Tembok yang dimaksud dapat berupa tembok beton bertulang, tebal minimum 15 cm atau tembok bata merah, tebal minimum 23 cm atau blok-blok (tidak berongga) tak bertulang, dan tebal minimum 30 cm
2. Pintu darurat dibuat tidak pada tembok tahan api

3. Jika bangunan dibuat terpisah dengan bangunan lain, maka jarak minimum dengan bangunan lain adalah 20 meter
4. Untuk kestabilan struktur pada tembok penahan api dianjurkan menggunakan tiang-tiang beton bertulang yang tidak ditembus oleh kabel listrik
5. Struktur pendukung atap terdiri dari bahan yang tidak mudah menyala. Konstruksi atap dibuat ringan, dan mudah hancur bila ada kebakaran sehingga asap dan panas akan mudah keluar
6. Jika penerangan menggunakan lampu, harus menggunakan instalasi yang tidak menyebabkan ledakan/percikan listrik (*explosion proof*)
7. Faktor-faktor lain yang harus dipenuhi:
 - sistem pendeteksi dan pemadam kebakaran
 - persediaan air untuk pemadam api
 - hidran pemadam api dan perlindungan terhadap hidran.

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2020 tentang Penyimpanan Limbah bahan Berbahaya dan Beracun. Kesesuaian rancang bangun dengan karakteristik limbah B3 meliputi:

- a. Limbah B3 dengan karakteristik mudah menyala
 - Memiliki tembok pemisah dengan bangunan lain yang berdampingan
 - Jika bangunan penyimpanan limbah B3 dibangun terpisah dari bangunan lain, diberi jarak dengan bangunan lain paling sedikit 6 (enam) meter
 - Struktur pendukung atas terdiri dari bahan yang tidak mudah menyala, konstruksi atas dibuat ringan, dan mudah hancur bila terjadi kebakaran, dan
 - Diberikan penerangan yang tidak menyebabkan ledakan/percikan listrik (*explosion proof*)
- b. Limbah B3 dengan karakteristik mudah meledak
 - Konstruksi bangunan, lantai, dinding, dan atap dibuat tahan ledakan
 - Lantai dan dinding dibuat lebih kuat dari konstruksi atap, dan
 - Setiap saat memenuhi ketentuan suhu ruangan, dan
- c. Limbah B3 reaktif, korosif dan beracun
 - Konstruksi dinding dibuat mudah dilepas, guna memudahkan penanganan limbah B3 dalam keadaan darurat
 - Konstruksi atap, dinding, dan lantai harus tahan terhadap korosi dan api.

Berikut ini adalah contoh tata ruang fasilitas penyimpanan limbah B3 berupa gudang dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Contoh Tata Ruang Fasilitas Penyimpanan Limbah B3 Berupa Gudang
 Sumber: Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2020

2.5 Gambaran Umum Wilayah Studi

Menurut INKA (2022), PT INKA (Persero) berdiri pada 18 Mei 1981. PT INKA (Persero) bergerak di bidang manufaktur sarana kereta api dan transportasi terpadu pertama di Asia Tenggara. Terletak di Jalan Yos Sudarso Nomor 71 Kota Madiun. Memiliki luas area 22,5 ha dan luas keseluruhan bangunan 93.634 m². Fokus industri menghasilkan produk dan jasa yang berkualitas tinggi bagi pelanggan. Menyediakan berbagai macam produk untuk memenuhi kebutuhan pelanggan serta *after sales* untuk memastikan bahwa pelanggan menerima produksi dengan kualitas terbaik. Produk telah diekspor ke berbagai negara, seperti Bangladesh, Filipina, Malaysia, Thailand, Singapura, dan Australia. Lokasi PT INKA (Persero) dapat dilihat pada Gambar 2.11.

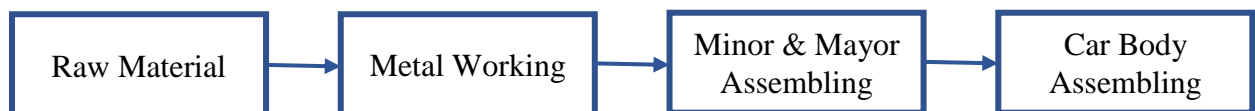


Gambar 2.11 Lokasi PT INKA (Persero) Kota Madiun

Sumber: Google Earth

2.5.1 Diagram Alir Proses Produksi

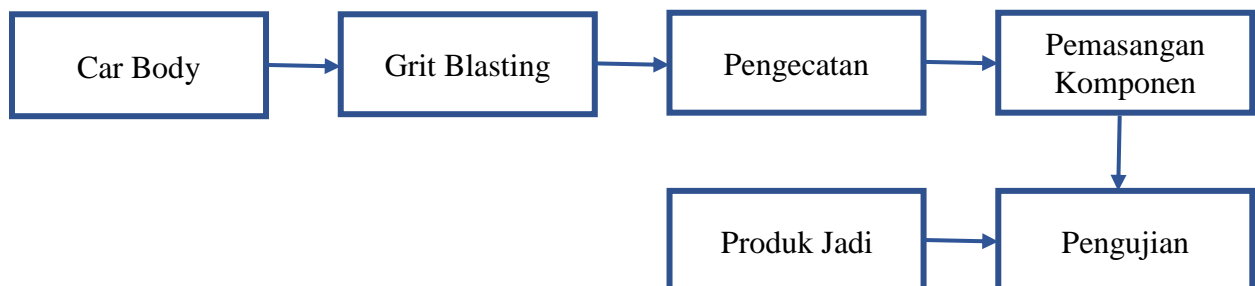
Proses produksi terbagi menjadi 2 bagian divisi, yaitu divisi fabrikasi dan divisi finishing. Proses produksi divisi fabrikasi dalam diagram dapat dilihat pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12 Diagram Alir Produksi Divisi Fabrikasi

Sumber: INKA 2021

Proses fabrikasi adalah pembuatan komponen-komponen, seperti roda kereta, pegas kereta yang berfungsi sebagai peredam kejut, bagian atap, dan badan gerbong serta komponen-komponen lainnya. Sedangkan proses kerjanya meliputi dari pemotongan pelat baja, pengelasan, perakitan, dan sebagainya. Alur proses dari fabrikasi adalah *raw material*, *metal working*, *minor* dan *major assembling*, dan *car body assembling*. Proses produksi divisi *finishing* dapat dilihat pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13 Diagram Alir Produksi Divisi *Finishing*

Sumber: INKA 2021

Sedangkan pada divisi *finishing* adalah melanjutkan pekerjaan dari divisi fabrikasi. Sehingga pekerjaan yang ada di PT INKA (Persero) merupakan satu kesatuan untuk membuat sebuah produk kereta api. Produk yang telah jadi akan dikirimkan sesuai dengan pesanan. Kegiatan prosesnya, meliputi *car body*, *grit blasting*, pengecatan, pemasangan komponen, pengujian, dan produk jadi. Pada proses produksi dihasilkan limbah dari kegiatan yang dilakukan dalam setiap unit yang ada di PT INKA (Persero) dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Limbah B3 dari Proses Produksi

No.	Proses Produksi	Limbah yang Dihasilkan
1	Raw material	-
2	Metal working	Lelehan gas <i>cutting</i>
3	<i>Minor & mayor assembling</i>	Lelehan gas <i>cutting</i>
4	Car body	Lelehan gas <i>cutting</i>
5	Grit blasting	Pasir/debu <i>ex-blasting</i>
6	Pengecatan	Majun bekas terkontaminasi, kemasan bekas terkontaminasi, cat kadaluarsa, dan thinner bekas
7	Pemasangan komponen	Kemasan bekas terkontaminasi, majun bekas terkontaminasi, dan bahan kimia kadaluarsa
8	Pengujian	Majun bekas terkontaminasi, oli bekas
9	Produk jadi	-

Proses divisi fabrikasi dimulai dengan mempersiapkan bahan baku yang akan digunakan dalam pembuatan kereta. Persiapan bahan baku (*raw material*) disiapkan setelah menerima pesanan atau kontrak yang dibuat oleh konsumen dan pihak PT INKA (Persero). Sebelum menentukan bahan baku dalam pembuatan pesanan, terlebih dahulu membuat desain dalam bentuk 3D atau *prototype*. Pekerjaan desain yang akan digunakan sebelum membuat kereta menghasilkan limbah berupa *cartridge* yang dihasilkan dari perangkat elektronik komputer. Setelah itu, melakukan pendataan terhadap bahan ataupun material yang akan digunakan. Proses produksi proses raw material ini tidak menghasilkan limbah. Bahan baku berupa logam akan dilakukan pengerjaan pemotongan baik manual atau menggunakan mesin. Departemen *metal working* menghasilkan limbah B3 berupa lelehan gas *cutting*. Proses *minor & mayor assembling* merupakan lanjutan dari proses *metal working*, dimana akan dilakukan pengelasan, penggilingan, dan penyatuan potongan besi. Limbah B3 yang dihasilkan pada proses *minor & mayor assembling* adalah lelehan gas *cutting*. Proses *car body assembling* menghasilkan badan dari kereta yang berupa bentuk dasar. Kegiatan yang dilakukan sama seperti proses pada *minor & mayor assembling*. Limbah B3 yang dihasilkan adalah lelehan gas *cutting*.

Proses pada divisi *finishing* merupakan lanjutan dari divisi fabrikasi. Setelah bentuk dasar pada kereta sudah terlihat selanjutnya melakukan pembersihan logam supaya tidak berkarat. Selain itu, berguna untuk menyiapkan permukaan sebelum dilakukan proses pengecatan. Proses *grit blasting* merupakan pembersihan permukaan dengan menyemprotkan biji besi atau butiran partikel besi yang tajam. Proses ini sama dengan *sand blasting* tetapi media yang digunakan pada penyemprotan berbeda sehingga kualitas permukaan yang dihasilkan lebih baik. Menghasilkan limbah B3 berupa pasir/debu *ex-blasting*. Pengecatan dilakukan sesuai dengan permintaan konsumen, proses ini memiliki beberapa tahapan. Tahapan pengecatan, yaitu pendempulan, pengamplasan dempul, pengecatan dasar, cat finish I, dan II. Limbah B3 yang dihasilkan adalah majun bekas terkontaminasi, kemasan bekas terkontaminasi, cat kadaluarsa, dan thinner bekas. Pemasangan komponen dapat berupa listrik, mekanik, dan interior di dalam kereta. Menghasilkan limbah kemasan bekas terkontaminasi, majun bekas terkontaminasi, dan bahan kimia kadaluarsa. Proses selanjutnya adalah pengujian kereta sebelum diberikan kepada konsumen. Pengujian kereta terbagi menjadi 2 tahap, yaitu pengujian statis dan pengujian

dinamis. Pengujian statis adalah memeriksa peralatan kereta secara statis. Pengujian dinamis adalah menguji kereta dalam lintasan langsung dan biasanya sudah diberikan beban, baik itu berupa beton dan drum berisi air. Pemberian beban pada saat pengujian berguna untuk mengetahui kelayakan dari kereta yang dibuat. Limbah yang dihasilkan, yaitu majun bekas terkontaminasi dan oli bekas. Jika semua tahap sudah dilakukan maka produk dapat dinyatakan jadi dan dikirimkan kepada konsumen yang memesan baik dalam negeri maupun luar negeri.

Produk yang sudah jadi dan sudah diberikan kepada konsumen biasanya memiliki garansi selama 1 tahun. Garansi ini berupa perawatan mesin pada kereta, jika mengalami kendala ataupun komponen yang habis akan diganti. Limbah B3 yang dihasilkan dalam perawatan kereta ini berupa oli bekas, oli pendingin bekas, dan majun bekas. Selain itu, permesinan yang digunakan menghasilkan limbah oli pendingin bekas. Setiap unit produksi menghasilkan limbah lampu TL bekas yang berguna untuk menerangi ruangan jika gelap dan alat bantu penerangan. Selain itu, dalam melakukan proses produksi tidak luput dari sebuah kecelakaan. Kecelakaan ini dapat berasal dari mesin yang tidak bekerja secara maksimal atau dari pekerja yang tidak berhati-hati. Jika terjadi kecelakaan, PT INKA (Persero) menyediakan klinik jika pekerja mengalami kecelakaan dengan memberikan pertolongan pertama. Jika masalah yang dialami tidak dapat diatasi pada klinik maka akan dirujuk ke rumah sakit terdekat. Klinik menghasilkan limbah B3 yang termasuk dalam limbah infeksius.

2.5.2 Produk PT INKA (Persero)

Produk yang dihasilkan oleh PT INKA (Persero) merupakan pesanan dari konsumen. Produk yang dibuat bisa berdasarkan spesifikasi yang diminta konsumen, kegunaan/fungsi, dan anggaran yang ada. Menurut INKA (2022), menyebutkan produk yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

1. Lokomotif
Kereta lokomotif biasanya berguna untuk kereta jarak menengah atau jauh. Kereta ini menggunakan mesin diesel dan transmisi hidrolis. Kereta lokomotif terbagi menjadi beberapa jenis, yaitu lokomotif diesel hidrolis, lokomotif diesel elektrik, dan lokomotif diesel elektrik ekspor ke Filipina.
2. Kereta penumpang
Kereta penumpang atau yang disebut dengan kereta gerbong. Kereta ini merupakan milik PT KAI yang sekarang digunakan untuk masyarakat umum dalam memilih transportasi darat. Kereta penumpang terbagi menjadi kereta ekonomi, kereta ekonomi premium, kereta kelas eksekutif, dan kereta ekspor.
3. Kereta berpengerak
Kereta pengerak bisa berjalan tanpa adanya masinis. Akan tetapi kereta ini hanya bisa menempuh jarak terdekat saja atau antar kota. Biasanya kereta ini memiliki 2 tipe, yaitu kereta rel listrik dan kereta rel diesel. Macam kereta berpengerak adalah kereta rel diesel, kereta rel listrik, kereta rel diesel elektrik, railbus, dan light rail transit.
4. Gerbong barang
Gerbong barang berguna meletakkan barang bagi jasa pengangkutan barang domestik dari penumpang maupun masyarakat umum. Gerbong barang dapat berupa gerbong datar (PPCW), gerbong bagasi, PPCW rail, ZZOW, KKBW, KKW, gerbong pembangkit, dan well wagon.
5. Kereta khusus
Kereta khusus dapat dibedakan menjadi kereta inspeksi, kereta ukur, track motor car, kereta kedinasan, dan kereta penolong.

6. Produk pengembangan

Produk pengembangan yang dihasilkan oleh PT INKA (Persero) berupa INKA railway air conditioning (I-Cond) dan articulated bus.

Jenis dan spesifikasi dari setiap produk yang dihasilkan oleh PT INKA (Persero) dapat dilihat pada Lampiran B.

2.6 Kondisi Eksisting TPS Limbah B3 PT INKA (Persero)

Pada kondisi eksisting PT INKA (Persero) menghasilkan limbah B3 yang dikelola oleh internal dengan disimpan di TPS limbah B3 dan diangkut oleh pihak ketiga. Secara umum, limbah B3 yang dihasilkan berasal dari proses kegiatan unit di PT INKA (Persero). Hal ini dapat dibedakan menjadi tiga sumber, yaitu sumber tidak spesifik, sumber spesifik umum, dan sumber spesifik khusus. Sumber limbah B3 berasal dari proses perawatan dan pemeliharaan lokomotif di workshop. Identifikasi jenis limbah B3 yang dihasilkan dari operasional PT INKA (Persero) pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Jenis Limbah B3 di PT INKA (Persero)

No.	Nama Limbah	Sumber
1	Oli Bekas	Sumber tidak spesifik
2	Pasir <i>Ex-blasting</i>	Sumber spesifik umum
3	<i>Accu</i> Bekas	Sumber tidak spesifik
4	Kemasan bekas terkontaminasi	Sumber tidak spesifik
5	Majun bekas terkontaminasi	Sumber tidak spesifik
6	Oli Pendingin bekas	Sumber tidak spesifik
7	Lelehan Gas <i>Cutting</i>	Sumber spesifik umum
8	Debu <i>Ex-Blasting</i>	Sumber spesifik umum
9	Solar Bekas	Sumber spesifik umum
10	<i>Cartridge</i>	Sumber spesifik umum
11	Thinner bekas	Sumber spesifik umum
12	Bahan Kimia Kadaluarsa	Sumber spesifik umum
13	Cat Kadaluarsa	Sumber spesifik umum
14	Lampu TL bekas	Sumber tidak spesifik
15	Limbah Medis	Sumber spesifik umum

Sumber: INKA 2021

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa limbah B3 dari sumber spesifik umum berasal dari sisa proses suatu kegiatan secara spesifik dapat ditentukan. Limbah B3 dari sumber tidak spesifik bukan berasal dari proses utamanya, biasanya kegiatan pemeliharaan alat, pengemasan, atau pencucian. Sumber limbah B3 dapat dilihat berdasarkan Lampiran IX Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021. Oli bekas yang dihasilkan termasuk dalam limbah B3 dari sumber tidak spesifik. Pasir/debu *ex-blasting* termasuk dalam sumber spesifik umum. *Accu* (aki) bekas termasuk dalam limbah B3 dari sumber tidak spesifik. Kemasan bekas terkontaminasi termasuk dalam limbah B3 sumber tidak spesifik. Majun digunakan oleh pekerja di workshop, sehingga secara tidak langsung terkontaminasi oleh oli dalam pengerjaan perbaikan dan perawatan kereta api. Majun bekas terkontaminasi berasal dari sumber tidak spesifik. Oli pendingin bekas termasuk limbah B3 sumber tidak spesifik. Lelehan gas *cutting* berasal dari sumber spesifik umum. Solar bekas biasanya disebut dengan minyak kotor/bekas berasal dari sumber spesifik umum. *Cartridge* merupakan limbah elektronik, berasal dari sumber spesifik umum. Thinner bekas berasal dari sumber spesifik umum. Bahan kimia kadaluarsa berasal dari sumber spesifik umum. Cat kadaluarsa berasal dari sumber spesifik

umum. Lampu TL bekas berasal dari sumber tidak spesifik. Limbah medis berasal dari sumber spesifik umum.

Pada data rekapitulasi limbah B3 pada triwulan bulan Juli hingga September 2021 oli bekas yang disimpan pada TPS sebanyak 1.800 Kg dan majun/sarung tangan terkontaminasi sebanyak 201 Kg. Limbah B3 yang diserahkan pada pihak ketiga yaitu limbah medis Covid-19 sebanyak 2.751 Kg. Hal ini disesuaikan dengan lama penyimpanan limbah dengan hasil limbah yang dihasilkan. Secara berkala petugas dari Departemen Tata Kelola Perusahaan bagian K3LH akan mengambil dan mengangkut untuk kemudian di simpan di TPS limbah B3. Semua limbah B3 yang dihasilkan akan diangkut oleh pihak ketiga. Pihak ketiga limbah B3 di PT INKA (Persero) adalah PT Artama Sentosa Indonesia dengan Surat Perjanjian No. PO 4600003002.

Selain itu, PT INKA (Persero) memiliki TPS limbah B3. Penyimpanan limbah B3 digunakan untuk menyimpan limbah B3 sebelum diangkut oleh pihak ketiga. Penyimpanan limbah bertujuan untuk menghindari terlepasnya limbah B3 ke lingkungan sehingga mencegah terjadinya pencemaran lingkungan. Lokasi TPS limbah B3 PT INKA (Persero) berada di koordinat 07°36'57,8"S 111°31'43,8"E. Luas bangunan TPS limbah B3 adalah 132 m² dengan ukuran panjang dan lebar sebesar 22 meter x 6 meter. Pada TPS sudah terdapat penamaan tempat, koordinat, dan simbol limbah B3. Lokasi TPS dapat dilihat pada Gambar 2.14 sampai Gambar 2.16.



Gambar 2.14 TPS Limbah B3 PT INKA (Persero) Tampak Depan



Gambar 2.15 TPS Limbah B3 PT INKA (Persero) Tampak Samping Kiri



Gambar 2.16 TPS Limbah B3 PT INKA (Persero) Tampak Samping Kanan

Pada bagian dalam TPS limbah B3 sudah terdapat simbol dari setiap karakteristik limbah B3. Hal ini berguna supaya tidak salah dalam peletakan limbah dan tidak tercampur antara satu dengan lainnya yang tidak sesuai dengan karakteristik. Simbol dalam TPS limbah B3 dapat dilihat pada Gambar 2.17.



Gambar 2.17 Simbol dalam TPS Limbah B3

Namun demikian, peletakan dalam TPS masih belum sesuai dengan karakteristik limbah B3. Jika tidak disesuaikan dengan karakteristik limbah B3 dapat membahayakan lingkungan sekitar. Oli bekas memiliki karakteristik beracun, tetapi diletakkan pada bahan kimia kadaluarsa. Maka perlu diletakkan sesuai dengan simbol yang sudah tertera pada TPS limbah B3. Peletakan limbah B3 yang tidak sesuai dapat dilihat pada Gambar 2.18.



Gambar 2.18 Peletakan Limbah B3 yang Tidak Sesuai

Selain itu, pada setiap drum yang berisi oli bekas ada yang belum terdapat simbol dan label yang sesuai dengan karakteristiknya. Meskipun sudah diletakkan sesuai dengan karakteristik simbol limbah B3, tetapi tidak ada simbol dan label di kemasan yang dapat mengakibatkan dipindahkan sewaktu-waktu. Pemberian simbol dan label biasanya dilakukan setelah drum sudah terisi penuh atau sebelum diangkut oleh pihak ketiga. Tidak ada pemberian simbol dan label pada kemasan limbah B3 dapat dilihat pada Gambar 2.19.



Gambar 2.19 Tidak Ada Pemberian Simbol dan Label Pada Kemasan Limbah

Pada persyaratan tempat penyimpanan limbah B3, lebar gang antar blok minimal 60 cm tetapi pada kondisi eksisting antar blok masih belum ada jarak. Sehingga saling berdekatan antara satu dengan yang lainnya. Lebar gang antar blok limbah di TPS dapat dilihat pada Gambar 2.20.



Gambar 2.20 Lebar Gang Antar Blok Limbah di TPS

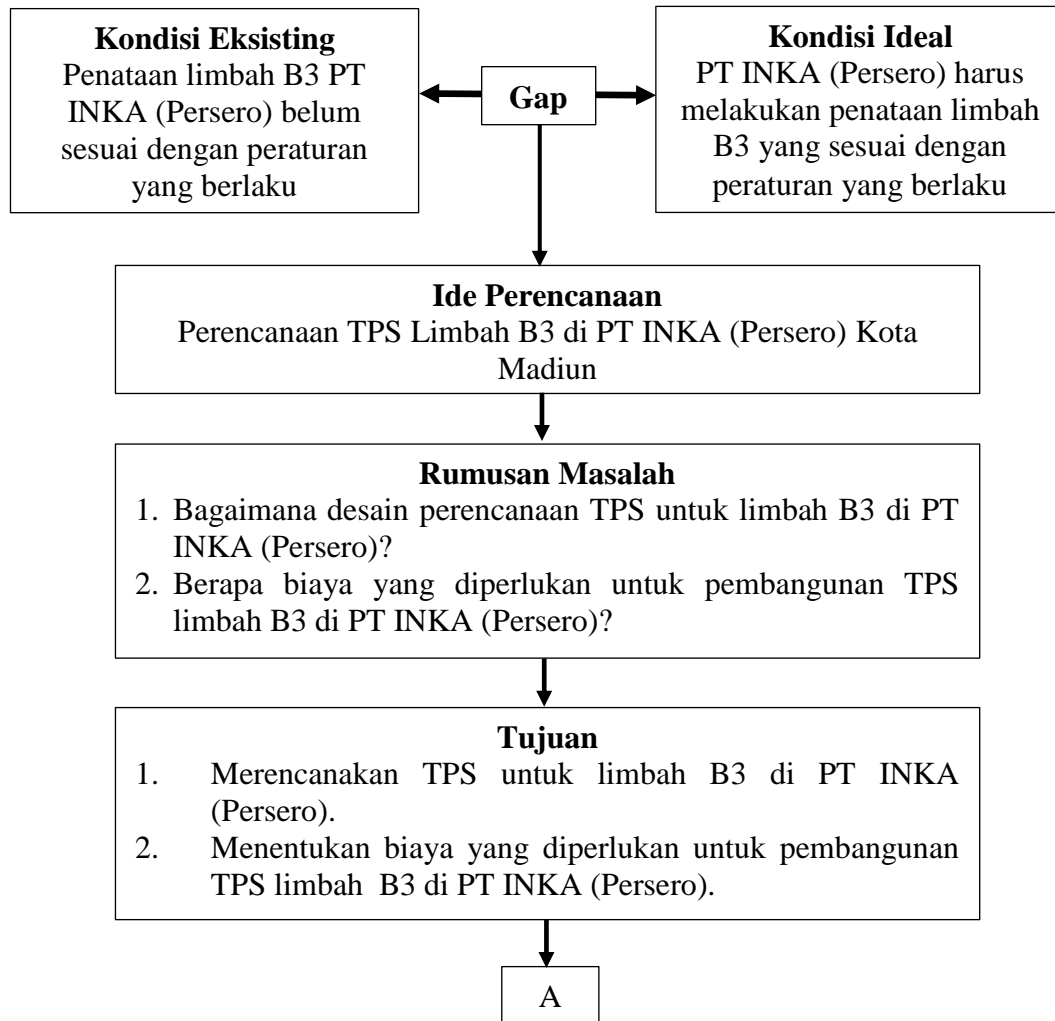
Penataan limbah B3 masih ada beberapa yang kurang sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Selain itu, masih terdapat kemasan yang belum terdapat simbol dan label. Maka dapat dilakukan perencanaan ulang TPS limbah B3 yang sesuai dengan peraturan yang ada dan tidak membahayakan lingkungan sekitarnya.

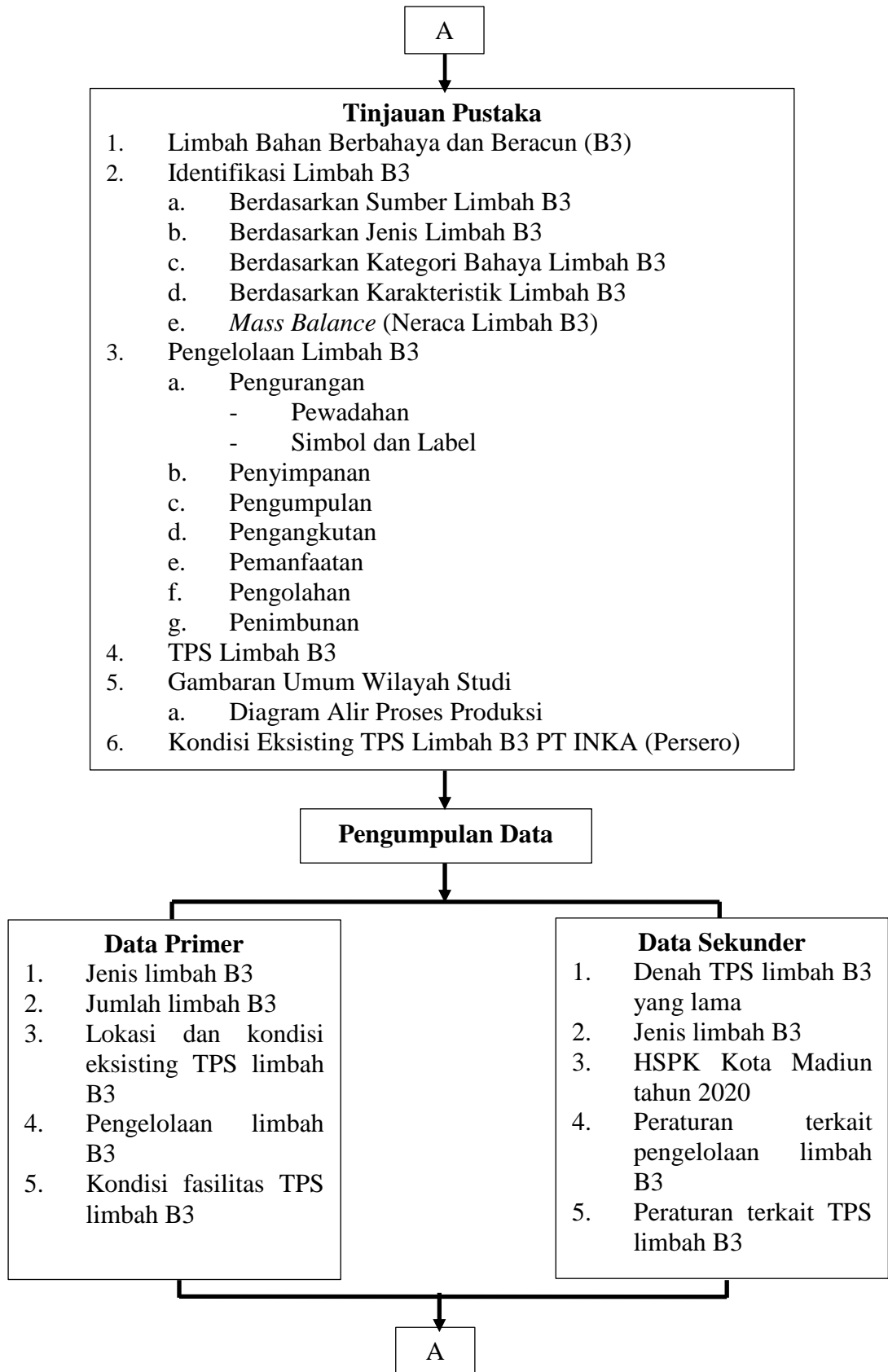
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

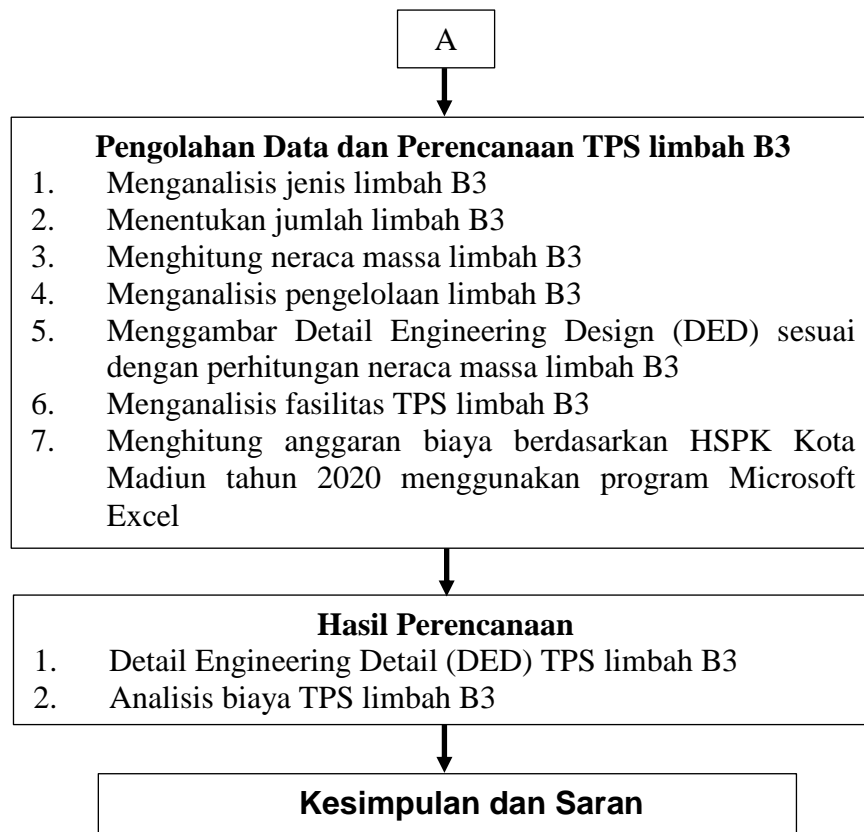
BAB III METODOLOGI

3.1 Kerangka Perencanaan

Kerangka perencanaan merupakan gambaran garis metode yang disusun secara urut untuk melakukan perencanaan. Penyusunan kerangka perencanaan sebagai pedoman dalam melakukan studi dari awal hingga akhir perencanaan. Tujuan kerangka perencanaan adalah memberikan informasi untuk memudahkan perencanaan dan penulisan laporan secara sistematis serta terarah. Kerangka perencanaan dapat dilihat pada Gambar 3.1.







Gambar 3.1 Kerangka Penelitian

3.2 Rangkaian Kegiatan Perencanaan

Rangkaian kegiatan perencanaan digunakan untuk menentukan urutan dalam pelaksanaan tugas akhir. Rangkaian kegiatan perencanaan yang dilakukan sebagai berikut:

3.2.1 Ide Perencanaan

Ide perencanaan muncul dari latar belakang masalah dan kondisi eksisting di lokasi PT INKA (Persero). Kondisi yang terjadi di PT INKA (Persero) adalah kurangnya akan kesadaran penataan limbah B3 pada TPS limbah B3 sehingga dapat mencemari lingkungan sekitar. Maka didapatkan gambaran untuk mencari *gap* terhadap kondisi ideal. Oleh karena itu, perlu melakukan analisis terhadap limbah B3 yang dihasilkan PT INKA (Persero) supaya tidak meletakkan limbah B3 di sembarang tempat. Selain itu, tidak mencampur antara satu karakteristik dengan karakteristik lainnya pada tempat penyimpanan limbah B3 sehingga tidak mencemari lingkungan.

3.2.2 Rumusan Masalah dan Tujuan

Permasalahan yang terjadi adalah ketidaksesuaian kondisi eksisting dengan kondisi ideal yang seharusnya. Pada kondisi ideal, setiap orang yang menghasilkan limbah B3 harus melakukan penyimpanan sehingga perlu memperhatikan jumlah limbah yang dihasilkan. Pada kondisi realita, penyimpanan limbah B3 pada TPS belum memenuhi peraturan yang berlaku. Sehingga diperlukan perencanaan TPS limbah B3 tambahan yang disesuaikan dengan karakteristik limbah B3 serta kondisi eksisting lingkungan di PT INKA (Persero).

3.2.3 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka digunakan untuk mendukung dalam mengerjakan perencanaan yang berkaitan dengan teori, kriteria tentang limbah B3, dan rumus-rumus perhitungan. Tinjauan pustaka menggunakan jurnal ilmiah nasional dan internasional, prosiding ilmiah, materi *workshop* dan *webinar*, laporan penelitian, *text box*, peraturan perundangan yang sesuai dengan perencanaan, dan tesis. Literatur yang digunakan dalam perencanaan ini sebagai berikut:

1. Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3)
2. Identifikasi Limbah B3
 - 2.1 Berdasarkan Sumber Limbah B3
 - 2.2 Berdasarkan Jenis Limbah B3
 - 2.3 Berdasarkan Kategori Bahaya Limbah B3
 - 2.4 Berdasarkan Karakteristik Limbah B3
 - 2.5 *Mass Balance* (Neraca Limbah B3)
3. Pengelolaan Limbah B3
 - 3.1 Pengurangan
 - 3.1.1 Pewadahan
 - 3.1.2 Simbol dan Label
 - 3.2 Penyimpanan
 - 3.3 Pengumpulan
 - 3.4 Pengangkutan
 - 3.5 Pemanfaatan
 - 3.6 Pengolahan
 - 3.7 Penimbunan
4. TPS Limbah B3
5. Gambaran Umum Wilayah Studi
 - 5.1 Diagram Alir Proses Produksi

Tinjauan pustaka menjadi dasar dari pelaksanaan perencanaan dan pembahasan. Setelah itu dapat ditarik kesimpulan pada perencanaan yang sudah dilakukan.

3.2.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data digunakan untuk mencari dan mengumpulkan literatur dari referensi yang akan dianalisis. Hal ini diperlukan sebagai acuan dalam mendukung perencanaan yang dilakukan. Data yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

1. Data primer

Data primer adalah data yang didapatkan secara langsung melalui observasi lapangan. Metode yang digunakan adalah metode observasi. Observasi dilakukan pada unit produksi yang menghasilkan limbah B3 padat dan cair, serta TPS limbah B3 di PT INKA (Persero). Observasi dilakukan dengan menganalisa hasil dari pengamatan dan wawancara yang telah dilakukan dengan mengetahui kondisi eksisting sesuai di lapangan. Wawancara dilakukan dengan pembimbing lapangan dan diskusi atau konsultasi dengan pembimbing perusahaan. Penelitian dilakukan maksimal 2 hari dalam 1 minggu, selama 2 bulan dari bulan Februari 2022 hingga April 2022. Tahapan observasi sebagai berikut.

- Menentukan objek observasi
- Membuat kerangka penelitian
- Menentukan lokasi observasi
- Menentukan metode pengumpulan data yang akan dilakukan
- Menentukan metode analisis sehingga diperoleh kesimpulan.

Kegiatan yang dilakukan saat observasi lapangan di PT INKA (Persero) adalah sebagai berikut.

- Di mulai dari observasi pendahuluan berdasarkan diskusi dan konsultasi dengan pembimbing perusahaan
 - Melakukan wawancara dengan pembimbing lapangan selama penelitian di lapangan. Wawancara dilakukan dengan tanya jawab seputar sumber, jenis, dan karakteristik dari setiap unit produksi penghasil limbah B3 dan TPS
 - Sebelum melakukan pengamatan di lapangan, perlu menggunakan helm kuning polos dan *safety shoes*
 - Pengamatan langsung di lapangan dari sumber proses produksi yang berjalan di perusahaan menghasilkan limbah B3
 - Pengamatan mengenai limbah B3 yang dihasilkan setiap unit produksi penghasil limbah
 - Pengamatan pada pengumpulan limbah B3 pada setiap unit produksi hingga masuk ke TPS
 - Pengamatan terhadap penyimpanan limbah B3, meliputi penataan limbah, pemberian simbol, dan label.
- Data primer yang dibutuhkan sebagai berikut:
- a. Jenis limbah B3
 Jenis limbah di PT INKA (Persero) didapatkan dari pengamatan secara langsung di lokasi. Mengamati kegiatan dengan metode observasi. Kemudian melakukan analisis dengan mengelompokkan berdasarkan sumber, jenis, dan karakteristik limbah B3. Pengelompokkan ini disesuaikan dengan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
 - b. Jumlah limbah B3
 Setelah mengetahui jenis limbah B3 yang ada di PT INKA (Persero). Maka bisa didapatkan jumlah limbah B3 dengan menghitung sesuai dengan karakteristik limbah. Jumlah limbah B3 dapat mempengaruhi lokasi area yang akan digunakan untuk penyimpanan limbah B3. Kemudian menghitung neraca massa limbah B3 yang digunakan untuk menentukan luas TPA dan peletakan berdasarkan kompatibilitas
 - c. Lokasi dan kondisi eksisting TPS limbah B3
 Perlu dilakukan observasi lapangan terhadap lokasi TPS limbah B3 untuk mengetahui isi ruangan limbah B3. Hal ini bertujuan untuk menghitung jumlah limbah B3 dengan menyesuaikan lama penyimpanan sehingga dapat mempengaruhi luas area di lokasi. Kondisi eksisting dapat berguna untuk mengetahui kesesuaian di lapangan dengan peraturan yang berlaku
 - d. Pengelolaan limbah B3
 Teknis operasional limbah B3 meliputi pemilahan, penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan, pemanfaatan, pengolahan, dan penimbunan. Hal ini akan disesuaikan antara kondisi di lapangan dan peraturan yang berlaku. Jika pada kondisi di lapangan belum sesuai dengan peraturan, maka perlu dibenahi dan tidak mengakibatkan pencemaran terhadap lingkungan. Pengelolaan ini meliputi peletakan limbah B3 beserta penempatan simbol maupun label pada kemasan dan TPS limbah B3.
 - e. Kondisi fasilitas TPS limbah B3
 Kondisi dan fungsi dari berbagai fasilitas yang dimiliki oleh TPS limbah B3. Dilakukan pemantauan setiap seminggu sekali untuk mengetahui kondisi fasilitas pada TPS yang berguna untuk penanggulangan dan pencegahan. Fasilitas yang ada

di TPS biasanya digunakan untuk sistem tanggap darurat dan pengendalian pencemaran seperti terdapat kebocoran atau tumpahan.

2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari sumber lain dan biasanya sudah diolah dahulu. Denah TPS, dimensi TPS limbah B3, data jenis, jumlah, dan karakteristik limbah B3 yang disimpan. Data sekunder yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

- a. Denah TPS limbah B3
Denah TPS limbah B3 didapatkan dengan melihat Google Earth. Denah ini digunakan untuk melihat kondisi bangunan dan melihat tata letak TPS limbah B3 di PT INKA (Persero).
- b. Jenis limbah B3
PT INKA (Persero) menghasilkan limbah padat B3 dan limbah cair B3. Data jenis limbah B3 digunakan untuk mengelompokkan limbah B3 berdasarkan sumber, jenis, dan karakteristik limbah B3. Hal ini supaya tidak salah dalam pencampuran limbah B3 yang dapat membahayakan pekerja dan lingkungan sekitar.
- c. Harga satuan pokok (HSPK) Kota Madiun tahun 2020
Menghitung analisis biaya pada pembangunan TPS limbah B3 perlu melihat HSPK yang berguna untuk mengetahui biaya yang akan dikeluarkan
- d. Peraturan terkait pengelolaan limbah B3
Kesesuaian pengelolaan limbah B3 dengan kondisi di lapangan. Jika kondisi di lapangan masih belum sesuai dengan peraturan maka perlu dilakukan kesesuaian.
- e. Peraturan terkait TPS limbah B3
Peraturan ini berguna untuk mengetahui kesesuaian dengan yang ada di lapangan. Berguna supaya kondisi lapangan tidak mencemari lingkungan sekitar.

3.2.5 Pengolahan Data dan Perencanaan TPS limbah B3

Setelah melakukan pengumpulan data primer dan sekunder, tahap selanjutnya mengolah data dan merencanakan TPS limbah B3. Langkah-langkah pengolahan data dan perencanaan TPS limbah B3 sebagai berikut:

- a. Menganalisis jenis limbah B3
Analisis jenis limbah B3 digunakan untuk mengetahui sumber, jenis, dan karakteristik limbah B3. Kemudian menghitung jumlah limbah B3 yang dihasilkan sesuai dengan penggolongannya. Selain itu, dengan adanya pewadahan yang berbeda dapat membedakan antara limbah B3 yang satu dengan lainnya sehingga tidak bercampur.
- b. Menentukan jumlah limbah B3
Jumlah limbah B3 didapatkan dari mengelompokkan jenis limbah sehingga dapat memudahkan dalam memperhitungkannya. Jumlah limbah B3 mempengaruhi lama penyimpanan limbah B3. Penyimpanan limbah B3 akan berpengaruh pada luas area yang dibutuhkan. Data didapatkan dengan melakukan wawancara, observasi secara langsung di lapangan, dan melihat data sekunder yang dihasilkan
- c. Menghitung neraca massa limbah B3
Perhitungan neraca massa limbah B3 dapat menentukan dimensi. Selain itu, dapat menentukan luas lahan bangunan dari perencanaan TPS limbah B3. Menghitung neraca massa dapat melihat data limbah yang dihasilkan pada tahun 2017-2019. Hasil perhitungan dari neraca massa disusun ke dalam bentuk diagram yang berguna untuk menguraikan proses yang terjadi terhadap limbah yang dihasilkan. Dimana proses perhitungan neraca massa akan dimulai dari input limbah B3 dari tiap unit sampai output yang akan dilakukan pada limbah B3 yang dihasilkan.

- d. Menganalisis pengelolaan limbah B3
Membandingkan kondisi sistem pengelolaan limbah B3 dengan melakukan pemilahan pada limbah B3 yang dihasilkan dari setiap unit penghasil dengan observasi lapangan. Kemasan yang tidak sesuai dengan jenis limbah B3 dan kesesuaian dengan peraturan yang berlaku dapat mengakibatkan limbah tidak tertampung dengan baik. Sehingga perlu dilakukan perencanaan kemasan dan peletakan simbol dan label yang sesuai
- e. Menggambar *Detail Engineering Design* (DED) sesuai dengan perhitungan neraca massa limbah B3
Gambar DED meliputi gambar *layout*, gambar tampak, dan gambar potongan desain bangunan TPS limbah B3 dengan skala 1:100 pada kertas A3. Selain itu, terdapat gambar kerangka bangunan
- f. Menganalisis fasilitas TPS limbah B3
Fasilitas yang digunakan dan diperlukan pada TPS limbah B3 berguna untuk menanggulangi pencemaran lingkungan. Selain itu, berguna untuk sistem tanggap darurat terhadap tumpahan atau kebocoran limbah B3
- g. Menghitung anggaran biaya berdasarkan HSPK Kota Madiun tahun 2020 menggunakan program Microsoft Excel
Biaya yang digunakan untuk perencanaan ini, meliputi pembiayaan pekerja, bahan, dan fasilitas yang berada di TPS limbah B3.

3.2.6 Hasil Perencanaan

Perencanaan yang didapatkan setelah melakukan pengolahan data dan perencanaan TPS limbah B3 adalah sebagai berikut:

- a. Detail Engineering Detail (DED) TPS limbah B3
Gambar yang akan dihasilkan meliputi: denah *layout* TPS limbah B3, denah gambar tampak depan, gambar tampak samping, gambar potongan dengan skala 1:100 pada kertas A3. Selain itu, terdapat gambar kerangka bangunan. Pembuatan DED berdasarkan dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- b. Analisis biaya TPS limbah B3 TPS limbah B3
Penentuan dalam analisis biaya dilakukan setelah mengetahui DED TPS limbah B3. Selain itu, melihat dan mencocokkan dengan HSPK Kota Madiun tahun 2020.

3.2.7 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dibuat berdasarkan pengolahan data dan perencanaan TPS limbah B3 dan pembahasan yang sudah dilakukan sebelumnya. Kesimpulan berisi jawaban dari rumusan masalah dan tujuan penelitian tugas akhir. Kesimpulan mencakup meliputi: Detail Engineering Design (DED) TPS limbah B3, pembiayaan TPS limbah B3. Sedangkan saran berguna untuk rekomendasi untuk penelitian selanjutnya atau sebagai penelitian terdahulu yang harus dikembangkan lagi.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi Limbah B3 di PT INKA (Persero)

Pada saat observasi lapangan dapat diketahui bahwa proses produksi pembuatan atau perawatan kereta api oleh PT INKA (Persero) menghasilkan limbah B3. Dokumentasi dari observasi lapangan dapat dilihat pada Lampiran D. Konsultasi dan wawancara kepada Departemen Tata Kelola Perusahaan bagian K3LH juga diperlukan untuk mengetahui lebih lanjut mengenai limbah B3 yang dihasilkan. Limbah B3 yang dihasilkan yaitu limbah padat dan limbah cair. Setiap limbah B3 yang dihasilkan harus diidentifikasi terlebih dahulu untuk mengetahui jenis dan karakteristik limbah yang ada. Identifikasi limbah B3 telah diatur dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Berikut ini adalah identifikasi limbah B3 berdasarkan sumber, jenis, dan karakteristik yang dihasilkan oleh PT INKA (Persero) pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Identifikasi Kode, Karakteristik, dan Kategori Limbah B3 di PT INKA (Persero)

No.	Nama Limbah	Kode Limbah	Karakteristik	Kategori
1	Oli Bekas	B105d	Beracun	2
2	Pasir <i>ex-blasting</i>	B323-1	Korosif	2
3	Accu Bekas	A102d	Beracun, korosif	1
4	Kemasan bekas terkontaminasi	B104d	Beracun	2
5	Majun bekas terkontaminasi	B110d	Beracun, padatan mudah menyala	2
6	Oli Pendingin bekas	B105d	Beracun	2
7	Lelehan Gas <i>Cutting</i>	B103d	Korosif	2
8	Debu <i>Ex-Blasting</i>	B323-1	Korosif	2
9	Solar Bekas	A323-1	Beracun, cairan mudah menyala	1
10	<i>Cartridge</i>	B107d	Beracun	2
11	Thinner bekas	A323-1	Beracun, cairan mudah menyala	1
12	Bahan Kimia Kadaluarsa	A338-1	Beracun, cairan mudah menyala	1
13	Cat Kadaluarsa	A338-1	Beracun, cairan mudah menyala	1
14	Lampu TL bekas	B107d	Beracun	2
15	Limbah Medis	A337-1	Infeksius	1

Oli bekas merupakan minyak pelumas bekas dengan kode limbah B105d. Berdasarkan lampiran IX Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021, oli bekas mengandung logam berat, kotoran seperti debu, aspal, air, dan pengotor lain yang terbentuk di dalam mesin selama proses pelumasan (Hasyim, 2016). Memiliki kategori bahaya 2 yaitu memiliki efek tidak akut (tunda) sehingga memberikan dampak tidak langsung terhadap manusia dan lingkungan hidup. Kategori bahaya 2 pada limbah B3 memiliki toksisitas yang cenderung bersifat sub-kronis atau kronis (jangka panjang) jika terpapar. Selain itu, oli bekas memiliki sifat beracun.

Pasir/debu *ex-blasting* dari kegiatan sisa proses grit *blasting*. *Blasting* dapat dikategorikan sebagai *surface treatment* yang banyak diaplikasikan pada dunia keteknikan seperti pada pembuatan kapal, *maintenance* sistem perpipaan, *maintenance* peralatan/mesin-mesin fluida, dan lain-lain (Salsabila, 2021). Memiliki kategori bahaya 2 dengan karakteristik beracun dan kode limbah B323-1. Kategori 2 memiliki efek tunda (*delayed effect*) dan berdampak tidak

langsung terhadap manusia dan lingkungan hidup. Karakteristik limbah pasir/debu ex-blasting adalah korosif.

Accu (aki) bekas termasuk limbah B3 dari sumber bersifat beracun dan korosif. Selain itu, dapat menyebabkan iritasi karena mengandung H_2SO_4 . Kode limbah *accu* (aki) bekas adalah A102d dan memiliki kategori bahaya 1. Kategori bahaya 1 merupakan limbah yang memiliki dampak akut yang cepat atau tiba-tiba serta langsung terhadap manusia.

Kemasan bekas terkontaminasi merupakan kaleng bekas cat dan pelarut (*thinner*). Timbal yang terkandung di dalam kemasan bekas cat dapat mengganggu kesehatan manusia seperti gangguan saraf dan reproduksi. Kaleng bekas pelarut merupakan pelarut terhalogenasi dan tidak terhalogenasi, mengandung senyawa *toluena* yang mengganggu kesehatan manusia (Sillahudin, 2018). Drum kemasan limbah B3 cair dapat digunakan kembali untuk menampung limbah dari hasil produksi dengan syarat karakteristik yang sesuai dengan kompatibilitas. Jika drum bekas terkontaminasi B3 belum digunakan, maka dapat disimpan pada TPS limbah B3. Kemasan terkontaminasi B3 memiliki kategori bahaya 2 atau memiliki efek bahaya efek tunda berdasarkan lampiran IX Tabel 1 Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021. Memiliki sifat limbah beracun dan kode limbah B104d.

Majun bekas terkontaminasi merupakan kain sisa atau potongan kain yang tidak dipakai dan dijadikan sebagai sarana pembersihan area yang terkena tumpahan oli. Majun digunakan karena lebih mudah dan murah (Sillahudin, 2018). Majun/sarung tangan terkontaminasi B3 memiliki karakteristik beracun dan merupakan padatan mudah menyala dengan kode limbah B110d. Berdasarkan lampiran IX Tabel 1 Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 majun terkontaminasi B3 memiliki kategori bahaya 2 dapat menyebabkan iritasi bagi kulit manusia.

Oli pendingin bekas merupakan media pendingin atau sering disebut dengan *coolant* pada proses mesin pembubutan. Kategori bahaya dan karakteristik limbah sama dengan oli bekas. Memiliki kategori bahaya 2 dengan efek tidak akut (*tunda*) sehingga tidak langsung berdampak terhadap manusia dan lingkungan hidup. Selain itu, memiliki toksisitas yang cenderung bersifat sub-kronis atau kronis (*jangka panjang*) jika terpapar. Karakteristik oli pendingin bekas adalah beracun dengan memiliki kode limbah B105d.

Lelehan gas *cutting* atau kerak plasma adalah pemotongan logam atau baja dengan menggunakan las gas atau gas *cutting* (Subastian *et al.*, 2020). Memiliki kategori kategori 2. Kategori 2 memiliki efek tunda (*delayed effect*) dan berdampak tidak langsung terhadap manusia. Kode limbah lelehan gas *cutting* atau kerak plasma adalah B103d dan memiliki sifat korosif.

Solar bekas biasanya disebut dengan minyak kotor/bekas. Solar bekas memiliki kategori bahaya 1. Kategori bahaya 1 adalah limbah yang memiliki dampak akut dan langsung (*immediate cause*) jika terpapar ke manusia dan lingkungan hidup. Selain itu, memiliki sifat beracun dan cairan mudah menyala dengan kode limbah A323-1.

Cartridge merupakan limbah elektronik, memiliki efek tunda dan berdampak tidak langsung terhadap manusia dan lingkungan hidup dengan kategori bahaya 2. *Cartridge* memiliki kode limbah B107d dengan sifat beracun.

Thinner bekas merupakan pelarut terhalogenasi maupun tidak terhalogenasi. Mengandung senyawa *Toluena* yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan untuk manusia seperti gangguan otak, saraf, dan tidur (Sillahudin, 2018). *Thinner* memiliki kategori bahaya 1 dengan dampak akut dan langsung jika terpapar pada manusia dan lingkungan hidup. Kode limbah *thinner* bekas/kadaluarsa adalah dan memiliki sifat limbah beracun dan cairan mudah menyala.

Bahan kimia bekas memiliki kategori bahaya 1 dengan dampak akut dan langsung jika terpapar pada manusia dan lingkungan hidup. Bahan kimia bekas/kadaluarsa memiliki kode

limbah A338-1 dengan karakteristik limbah beracun dan cairan mudah menyala dalam Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021.

Cat kadaluarsa termasuk bahan yang mengandung timbal (Pb). Termasuk dalam kategori 1 dapat berdampak langsung jika terpapar ke manusia dan lingkungan dalam lampiran IX Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021. Memiliki sifat limbah beracun dan cairan mudah menyala dengan kode limbah A338-1.

Lampu TL bekas merupakan limbah elektronik. Penggantian lampu TL biasanya dilakukan sekitar 3-5 tahun. Memiliki kandungan merkuri (Hg) sekitar 5-10 mg sehingga dapat berdampak terhadap manusia seperti kerusakan otak, hati, ginjal, penghambat fungsi enzim, gangguan saraf, mutasi genetik, hingga kematian (Sillahudin, 2018). Termasuk dalam kategori 2 dengan limbah yang memiliki efek tunda (*delayed effect*) dan berdampak tidak langsung terhadap manusia dan lingkungan. Memiliki sifat beracun dan kode limbah B107d.

Limbah medis memiliki sifat infeksius dan termasuk dalam kategori 1. Kategori 1 memiliki dampak akut dan langsung jika terpapar terhadap manusia maupun lingkungan. Kode limbah medis adalah A337-1.

4.1.1 *Mass Balance* (Neraca Massa) Limbah B3

Pada masa pandemi Covid-19, setiap hari PT INKA (Persero) tidak menghasilkan limbah B3 karena transportasi kereta api yang beroperasi sedikit. Proses produksi pembuatan kereta api disesuaikan dengan pesanan, sedangkan perawatan dilakukan pada depo di setiap daerah. Jika setiap depo tidak bisa melakukan perawatan kereta api dalam jumlah besar, maka bisa di bawa ke PT INKA (Persero). Biasanya 6 bulan sebelum lebaran Hari Raya Idul Fitri banyak pemesanan produk kereta api, pada masa pandemi Covid-19 pesanan menurun. Sehingga dalam perencanaan ini digunakan data jenis dan jumlah limbah B3 sebelum Covid-19. Data yang digunakan selama 3 tahun yaitu tahun 2017-2019. Hal ini dikarenakan jumlah limbah yang dihasilkan oleh PT INKA (Persero) lebih banyak dibandingkan setelah adanya Covid-19. Akan tetapi untuk limbah lampu TL bekas dan limbah medis menggunakan data pada tahun 2019-2021. Lampu TL dan limbah medis setiap tahun tidak menghasilkan limbah. Limbah yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan dan biasanya sekitar 3-5 tahun baru menghasilkan limbah.

Limbah B3 yang dihasilkan oleh suatu kegiatan industri harus dicatat setiap masuk ke TPS limbah B3 karena setiap hari akan berbeda hasilnya. Pencatatan limbah B3 dilakukan pada logbook yang telah disediakan di TPS limbah B3 dan mencatat secara online. Rekap dalam logbook dan *mass balance* (neraca massa) limbah B3 menghasilkan jumlah timbulan limbah B3 yang berguna untuk pemantauan. Pada TPS limbah B3 tersedia papan informasi yang berisi jenis limbah B3, tanggal masuk, sumber limbah, dan jumlah limbah dalam satuan kg. Hal ini sangat berguna untuk menghitung jumlah limbah B3 yang dihasilkan dari setiap unit produksi di PT INKA (persero). *Mass balance* (neraca massa) limbah B3 PT INKA (Persero) dapat dilihat pada Lampiran F.

Berikut ini merupakan cara perhitungan rata-rata timbulan limbah B3 di PT INKA (Persero) :

Oli bekas :

- Rata-rata per bulan
$$= \frac{\text{Jumlah limbah B3 yang dihasilkan}}{\text{Jumlah bulan}}$$
$$= \frac{21.146 \text{ Liter}}{30 \text{ hari}} = 705 \text{ Liter/bulan}$$
- Rata-rata per hari
$$= \frac{\text{Jumlah limbah B3 per bulan}}{\text{Jumlah hari kerja}}$$
$$= \frac{705 \text{ Liter}}{22 \text{ hari}} = 32,04 \text{ Liter/hari}$$

Perhitungan *mass balance* (neraca massa) dan rata-rata timbunan limbah B3 di PT INKA (Persero) selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran C.

4.1.1.1 Lama Penyimpanan Limbah B3

Perhitungan limbah B3 dapat mempengaruhi lama penyimpanan limbah. Lama penyimpanan ini dapat berpengaruh pada luas area, tata letak, dan desain konstruksi tempat penyimpanan limbah. Jumlah limbah yang dihasilkan dalam kilogram per waktu dan liter per waktu dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Nama dan Jumlah limbah yang Dihasilkan PT INKA (Persero)

No.	Nama Limbah	Jumlah Limbah	Lama Penyimpanan (Hari)
1	Oli Bekas	32,04 Liter/hari	365
2	Pasir <i>Ex-Blasting</i>	0,45 Kg/hari	365
3	<i>Accu</i> Bekas	2 buah/hari	180
4	Kemasan Bekas Terkontaminasi	0,48 Kg/hari	365
5	Majun bekas terkontaminasi	7,31 Kg/hari	365
6	Oli Pendingin bekas	8,79 Liter/hari	365
7	Lelehan Gas <i>Cutting</i>	5,91 Kg/hari	365
8	Debu <i>Ex-Blasting</i>	1,21 Kg/hari	365
9	Solar Bekas	0,38 Liter/hari	180
10	<i>Cartridge</i>	1 buah/hari	365
11	Thinner bekas	1,21 Liter/hari	180
12	Bahan Kimia Kadaluarsa	3,98 Liter/hari	180
13	Cat Kadaluarsa	4,09 Liter/hari	180
14	Lampu TL bekas	0,02 Kg/hari	365
15	Limbah medis	0,04 Kg/hari	90

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 limbah oli bekas, pasir *ex-blasting*, kemasan bekas terkontaminasi, oli pendingin bekas, lelehan gas *cutting*, debu *ex-blasting*, *cartridge*, dan lampu TL bekas menghasilkan kurang dari 50 Kg/ hari atau 50 Liter/hari. Limbah ini berasal dari sumber spesifik umum sehingga waktu penyimpanan maksimal dalam TPS adalah 365 hari.

Limbah *accu* bekas, solar bekas, thinner bekas, bahan kimia kadaluarsa, dan cat kadaluarsa menghasilkan limbah kurang dari 50 Kg hari atau 50 Liter/hari. Limbah yang dihasilkan berasal dari sumber tidak spesifik sehingga waktu penyimpanan maksimal dalam TPS adalah 180 hari.

Limbah medis menghasilkan kurang dari 50 Kg/hari dan berasal dari sumber spesifik umum. Sehingga waktu penyimpanan maksimal dalam TPS adalah 90 hari.

Berikut ini adalah contoh perhitungan limbah oli bekas yang dihasilkan selama penyimpanan 365 hari pada TPS limbah B3 dapat dilihat dibawah.

Oli bekas

$$\begin{aligned} \text{Total limbah} &= 32,04 \text{ L/hari} \\ &= 32,04 \text{ L/hari} \times 365 \text{ hari} \\ &= 11.694,4\text{L}/365 \text{ hari} \end{aligned}$$

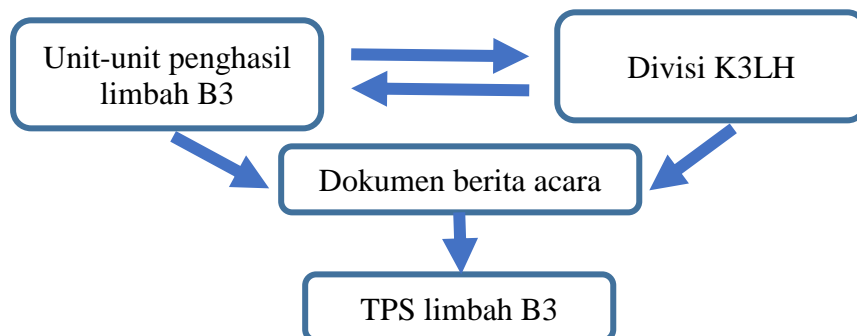
Perhitungan dilakukan untuk limbah B3 yang lain dengan cara yang sama. Maka dalam lama penyimpanan 180 atau 365 hari jumlah timbunan untuk setiap limbah dapat dilihat dalam Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Jumlah Timbulan Limbah B3 yang Dihasilkan Tiap Limbah dalam 180 atau 365 Hari

No.	Nama Limbah	Jumlah Timbulan (180/360 Hari)
1	Oli Bekas	11694,4 Liter/365 hari
2	Pasir <i>Ex-Blasting</i>	165,9 Kg/365 hari
3	Accu Bekas	220,4 buah/180 hari
4	Kemasan Bekas Terkontaminasi	175,9 Kg/365 hari
5	Majun bekas terkontaminasi	2667,3 Kg/365 hari
6	Oli Pendingin bekas	3207,6 Liter/365 hari
7	Lelehan Gas <i>Cutting</i>	2156,8 Kg/365 hari
8	Debu <i>Ex-Blasting</i>	442,4 Kg/365 hari
9	Solar Bekas	67,6 Liter/180 hari
10	<i>Cartridge</i>	3 buah/365 hari
11	Thinner bekas	218,2 Liter/180 hari
12	Bahan Kimia Kadaluarsa	717,0 Liter/180 hari
13	Cat Kadaluarsa	736,4 Liter/180 hari
14	Lampu TL bekas	8,3 Kg/365 hari
15	Limbah medis	4,0 Kg/90 hari

4.1.1.2 Diagram Alir Proses Penyimpanan Limbah B3

Persetujuan sebelum menyimpan limbah B3 pada TPS limbah B3 dilakukan dari beberapa pihak terutama divisi K3LH. Persetujuan ini bertujuan untuk sinkronisasi kerja dengan membuat dokumen berita acara yang berguna sebagai data arsip bagi perusahaan. Setelah mencatat data limbah B3 maka dapat segera dilakukan proses pengangkutan internal ke TPS limbah B3. Diagram alir proses limbah B3 menuju TPS limbah B3 dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Alur Limbah B3 Menuju TPS Limbah B3

Berdasarkan lama penyimpanan limbah B3 sebelumnya, limbah dapat disimpan dalam kurun waktu 90 hari, 180 hari, dan 360 hari. Namun dalam operasional yang sudah ada selama ini, PT INKA (Persero) melakukan penyimpanan limbah B3 dengan batas waktu selama 120 hari atau 4 bulan sekali. Maka lama penyimpanan limbah B3 sudah memenuhi persyaratan dalam TPS limbah B3. Dibawah ini merupakan perhitungan untuk limbah oli bekas dengan lama penyimpanan selama 120 hari sebagai berikut.

Oli bekas

$$\text{Total limbah} = (400+400+200+400+800+1.200+1.000+1.400+400+1.000+2.200+400)$$

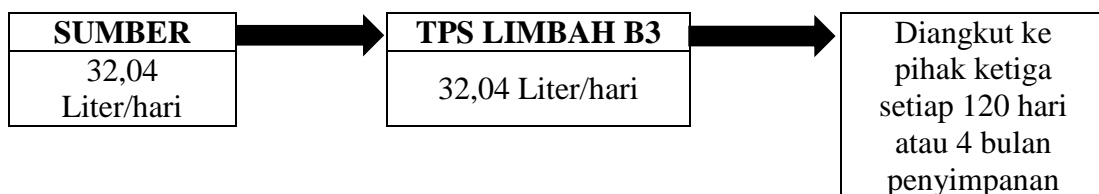
$$\begin{aligned}
& +71+800+240+175+400+440+1.220+800+1.000+850+2.450+1.100+400 \\
& +450+950) \text{ L} \\
& = 21.146 \text{ L/3 tahun} \\
& = 705 \text{ L/bulan} \\
& = 32,04 \text{ L/hari} \\
& = 32,04 \text{ L/hari} \times 120 \text{ hari} \\
& = 3.844,7 \text{ L/120 hari}
\end{aligned}$$

Perhitungan dilakukan untuk limbah b3 lain dengan cara yang sama. Maka dalam 120 hari atau 4 bulan, jumlah timbulan untuk setiap limbah dapat dilihat dalam Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Jumlah Timbulan yang Dihasilkan Tiap Limbah dalam 120 Hari

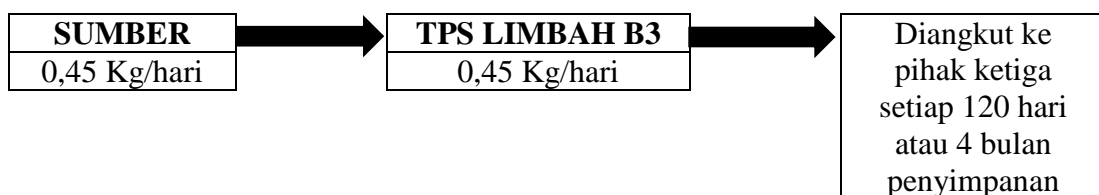
Nama Limbah	Timbulan Selama 120 hari
Oli Bekas	3844,7 Liter/120 hari
Pasir <i>ex-blasting</i>	54,5 Kg/120 hari
Accu Bekas	147 buah/120 hari
Kemasan bekas terkontaminasi	57,8 Kg/120 hari
Majun bekas terkontaminasi	876,9 Kg/120 hari
Oli Pendingin bekas	1054,5 Liter/120 hari
Lelehan Gas <i>Cutting</i>	709,1 Kg/120 hari
Debu <i>Ex-Blasting</i>	145,5 Kg/120 hari
Solar Bekas	45,1 Liter/120 hari
<i>Cartridge</i>	0,9 buah/120 hari
Thinner bekas	145,5 Liter/120 hari
Bahan Kimia Kadaluarsa	478 Liter/120 hari
Cat Kadaluarsa	490,9 Liter/120 hari
Lampu TL bekas	2,7 Kg/120 hari

Oli bekas pada PT INKA (Persero) dengan total volume adalah 32,04 Liter/hari. Kemudian disimpan pada TPS limbah B3 selama maksimal 120 hari hingga mencapai 3.844,7 Liter/120 hari. Diagram alir oli bekas dari sumber menuju TPS limbah B3 dapat dilihat dari Gambar 4.2.



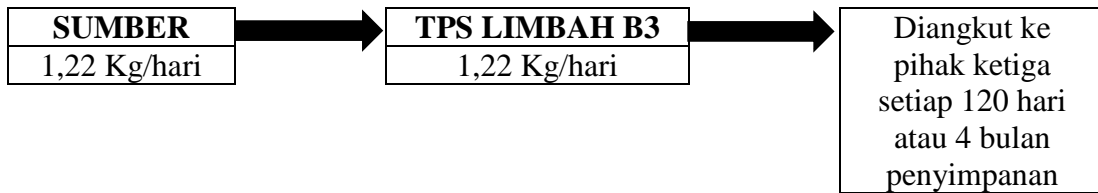
Gambar 4.2 Diagram Alir Limbah Oli Bekas Menuju TPS Limbah B3

Pasir *ex-blasting* dengan total volume sebesar 0,45 Kg/hari. Kemudian disimpan pada TPS limbah B3 selama 120 hari hingga mencapai 54,5 Kg/120 hari. Diagram alir limbah pasir *ex-blasting* dari sumber menuju TPS limbah B3 dapat dilihat pada Gambar 4.3.



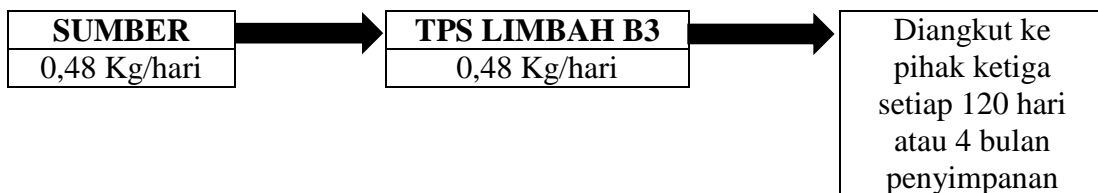
Gambar 4.3 Diagram Alir Limbah Pasir *Ex-blasting* Menuju TPS Limbah B3

Accu bekas dengan total volume per hari sebesar 1,22 Kg/hari. Kemudian disimpan pada TPS limbah B3 selama maksimal 120 hari hingga mencapai 147 Kg/120 hari. Diagram alir limbah *accu* bekas dapat dilihat pada Gambar 4.4.



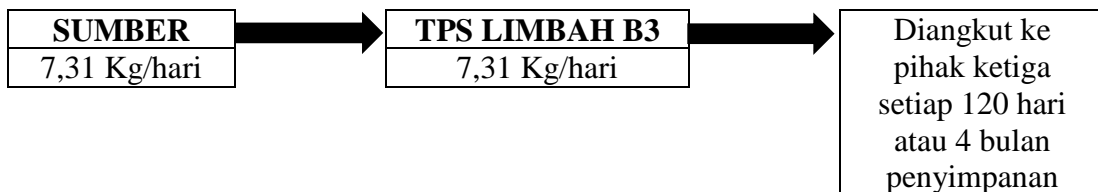
Gambar 4.4 Diagram Alir Limbah *Accu* Bekas Menuju TPS Limbah B3

Kemasan bekas terkontaminasi dengan total volume per hari adalah 0,48 Kg/hari. Kemasan bekas terkontaminasi terlebih dahulu melewati proses pres sehingga berbentuk padat kecil dan tidak memakan tempat. Disimpan pada TPS Limbah B3 selama maksimal 120 hari hingga mencapai 57,8 Kg/hari. Diagram alir limbah kemasan bekas terkontaminasi dapat dilihat pada Gambar 4.5.



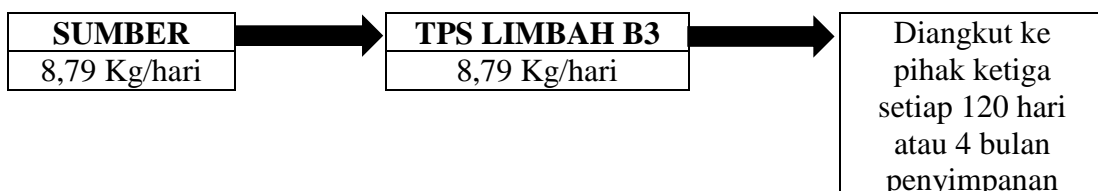
Gambar 4.5 Diagram Alir Limbah Kemasan Bekas Terkontaminasi Menuju TPS Limbah B3

Majun bekas terkontaminasi dengan total volume per hari adalah 7,31 Kg/hari. Disimpan pada TPS limbah B3 selama 120 hari hingga mencapai 876,9 Kg/120 hari. Diagram alir limbah majun bekas terkontaminasi dapat dilihat pada Gambar 4.6.



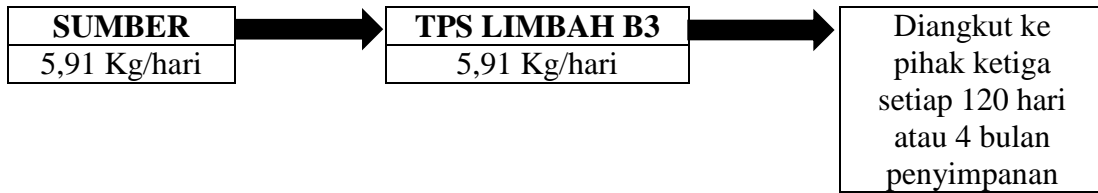
Gambar 4.6 Diagram Alir Limbah Majun Bekas Terkontaminasi Menuju TPS Limbah B3

Oli pendingin bekas dengan total volume adalah 8,79 Liter/hari. Kemudian disimpan pada TPS limbah B3 selama maksimal 120 hari hingga mencapai 1.054,5 Liter/120 hari. Diagram alir limbah oli pendingin bekas dapat dilihat pada Gambar 4.7.



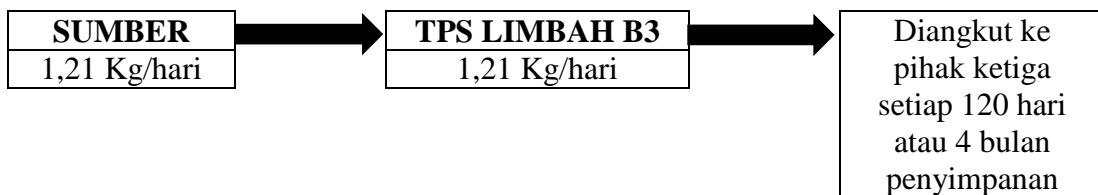
Gambar 4.7 Diagram Alir Limbah Oli Pendingin Bekas Menuju TPS Limbah B3

Lelehan gas *cutting* dengan total volume sebesar 5,91 Kg/hari. Kemudian disimpan pada TPS limbah B3 selama 120 hari hingga mencapai 709,1 Kg/120 hari. Diagram alir limbah lelehan gas *cutting* dapat dilihat pada Gambar 4.8.



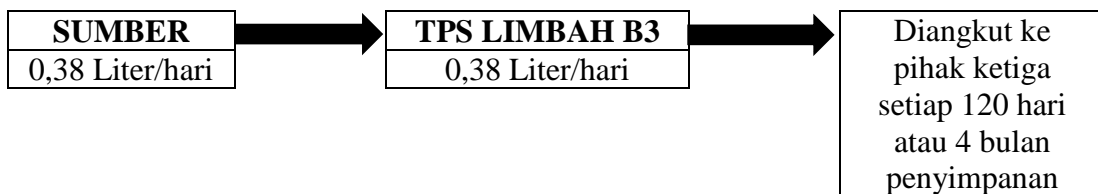
Gambar 4.8 Diagram Alir Limbah Lelehan Gas Cutting Menuju TPS Limbah B3

Debu *ex-blasting* dengan total volume sebesar 1,21 Kg/hari. Kemudian disimpan pada TPS limbah B3 selama 120 hari hingga mencapai 145,5 Kg/120 hari. Diagram alir limbah debu *ex-blasting* dapat dilihat pada Gambar 4.9.



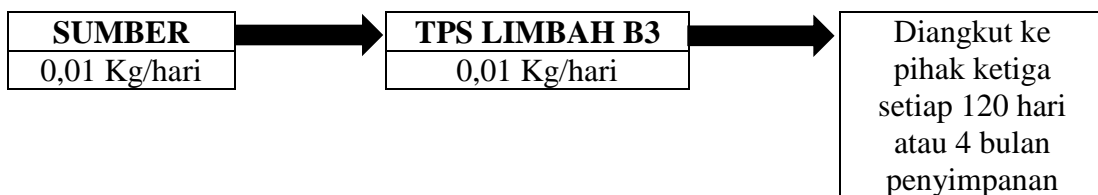
Gambar 4.9 Diagram Alir Limbah Debu Ex-Blasting Menuju TPS Limbah B3

Solar bekas dengan total volume adalah 0,38 Liter/hari. Kemudian disimpan pada TPS limbah B3 selama maksimal 120 hari hingga mencapai 45,1 Liter/120 hari. Diagram alir limbah solar bekas dapat dilihat pada Gambar 4.10.



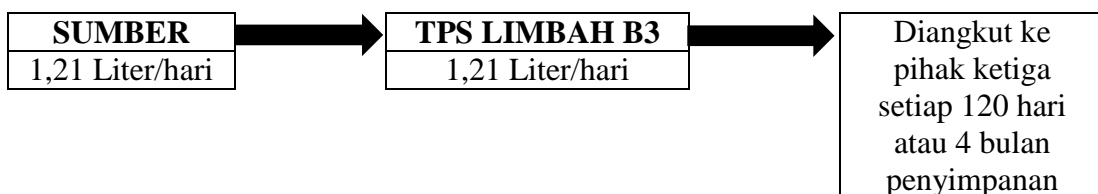
Gambar 4.10 Diagram Alir Limbah Solar Bekas Menuju TPS Limbah B3

Cartridge dengan total volume per hari sebesar 0,01 Kg/hari. Kemudian disimpan pada TPS limbah B3 selama maksimal 120 hari hingga mencapai 0,9 Kg/120 hari. Diagram alir limbah *cartridge* dapat dilihat pada Gambar 4.11.



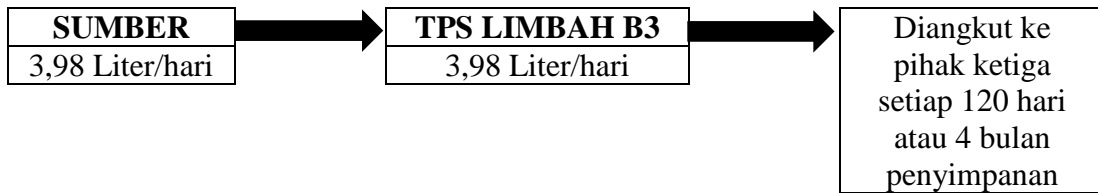
Gambar 4.11 Diagram Alir Limbah Cartridge Menuju TPS Limbah B3

Thinner bekas dengan total volume adalah 1,21 Liter/hari. Kemudian disimpan pada TPS limbah B3 selama maksimal 120 hari hingga mencapai 145,5 Liter/120 hari. Diagram alir limbah thinner bekas dapat dilihat pada Gambar 4.12.



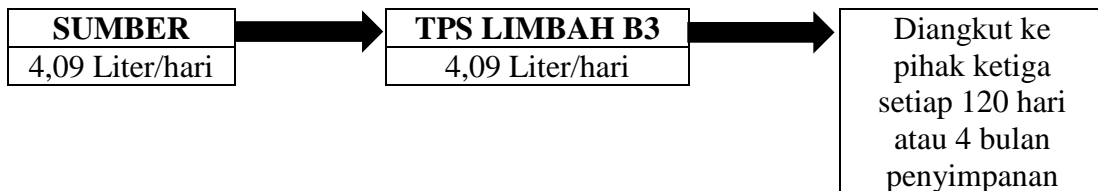
Gambar 4.12 Diagram Alir Limbah Thinner Bekas Menuju TPS Limbah B3

Bahan kimia kadaluarsa dengan total volume adalah 3,98 Liter/hari. Kemudian disimpan pada TPS limbah B3 selama maksimal 120 hari hingga mencapai 478 Liter/120 hari. Diagram alir limbah bahan kimia kadaluarsa dapat dilihat pada Gambar 4.13.



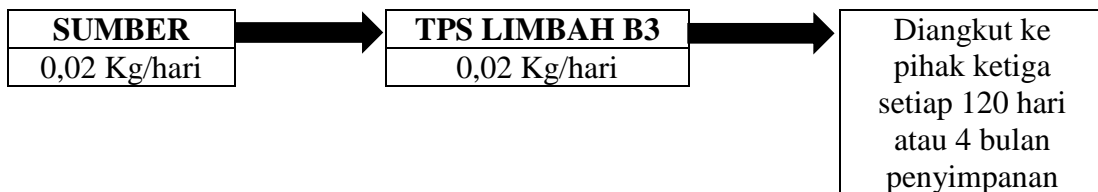
Gambar 4.13 Diagram Alir Limbah Bahan Kimia Kadaluarsa Menuju TPS Limbah B3

Cat kadaluarsa dengan total volume adalah 4,09 Liter/hari. Kemudian disimpan pada TPS limbah B3 selama maksimal 120 hari hingga mencapai 490,9 Liter/120 hari. Diagram alir limbah cat kadaluarsa dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Diagram Alir Limbah Cat Kadaluarsa Menuju TPS Limbah B3

Lampu TL bekas yang dengan total volume per hari sebesar 0,02 Kg/hari. Kemudian disimpan pada TPS limbah B3 selama maksimal 120 hari hingga mencapai 2,7 Kg/120 hari. Diagram alir limbah lampu TL bekas dapat dilihat pada Gambar 4.15.

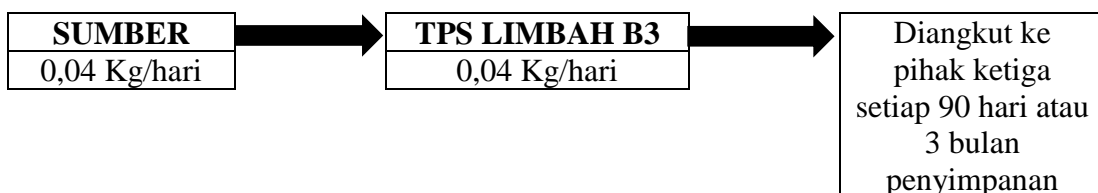


Gambar 4.15 Diagram Alir Limbah Lampu TL Bekas Menuju TPS Limbah B3

Tabel 4.5 Jumlah Limbah yang Dihasilkan Tiap Limbah dalam 90 Hari

Nama Limbah	Timbulan Tiap Hari	Timbulan Selama 90 hari
Limbah Medis	0,04 Kg/hari	1,3 Kg/90 Hari

Limbah medis bekas berbeda dengan limbah B3 lainnya, karena penyimpanan tidak lama dan seharusnya segera dilakukan pengelolaan. Limbah medis bekas dengan total volume per hari sebesar 0,04 Kg/hari. Kemudian disimpan pada TPS limbah B3 selama maksimal 90 hari hingga mencapai 1,3 Kg/90 hari. Diagram alir limbah medis dapat dilihat pada Gambar 4.16.



Gambar 4.16 Diagram Alir Limbah Lampu TL Bekas Menuju TPS Limbah B3

4.2 Peraturan dan Perizinan Limbah B3

PT INKA (Persero) memiliki izin menyimpan dan membangun bangunan yaitu TPS limbah B3. Setiap perusahaan yang menghasilkan limbah B3 pada setiap produksinya wajib memiliki izin yang sesuai dengan peraturan yang berlaku. Izin mendirikan bangunan berasal dari Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Pemerintah Kota Madiun, Provinsi Jawa Timur Perda Nomor 10/2015 SK 26 Oktober 2018, Nomor 503.31-401.106/243/2018. Perizinan untuk menyimpan sementara limbah B3, PT INKA (Persero) yang berasal dari Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Pemerintah Kota Madiun, Provinsi Jawa Timur. Memiliki Nomor 503.44/002/401.106/2018. Izin mendirikan bangunan ini tercantum dalam depan TPS limbah B3 dapat dilihat pada Gambar 4.17.



Gambar 4.17 Izin Mendirikan Bangunan TPS Limbah B3

Izin dalam mendirikan bangunan berdasarkan proses penapisan (*screening*) wajib AMDAL dan proses pelingkupan (*scoping*). Proses penapisan sering disebut proses seleksi wajib AMDAL berguna menentukan suatu kegiatan wajib menyusun AMDAL atau tidak. Sedangkan proses pelingkupan untuk menetapkan batas wilayah studi dan menelaah kegiatan lain yang terkait dengan rencana kegiatan yang akan dilakukan. Kemudian dapat diketahui akan menjadi wewenang kota/kabupaten provinsi atau pusat.

4.3 Kondisi Eksisting Sistem Pengelolaan Limbah B3 di PT INKA (Persero)

PT INKA (Persero) tidak melakukan pemanfaatan, pengolahan, penimbunan limbah B3. Semua limbah B3 langsung diangkut oleh pihak ketiga yaitu PT Artama Sentosa Indonesia. Pihak ketiga akan datang ke PT INKA (Persero) setiap 4 bulan sekali sampai batas lama penyimpanan limbah B3 yang disesuaikan dengan limbah yang dihasilkan. Sehingga teknis operasional pengelolaan limbah B3 yang dilakukan oleh PT INKA (Persero) meliputi pemilahan, pengangkutan, dan penyimpanan.

4.3.1 Pemilahan

Pada PT INKA (Persero) belum ada kegiatan pengurangan, tetapi setiap limbah B3 sudah dilakukan pemilahan terlebih dahulu sebelum masuk ke TPS limbah B3. Pemilahan ini berdasarkan jenis limbah yaitu limbah padat dan cair. Limbah padat menggunakan tong sampah plastik, drum besi, dan jerigen. Pemilahan limbah cair menggunakan drum besi dengan kapasitas 200 Liter dan jerigen.

4.3.1.1 Pewadahan

Pewadahan dan pengemasan adalah salah satu kegiatan pengelolaan yang memerlukan perhatian khusus karena terkait dengan karakteristik limbah B3 yang berbeda-beda. Pengemasan limbah B3 adalah mewadahi limbah B3 supaya mudah dalam melakukan

penyimpanan dan/atau pengumpulan dan/atau pengangkutan limbah B3. Pewadahan dan pengemasan dilakukan sebelum melakukan penyimpanan pada TPS limbah B3 sehingga aman untuk lingkungan hidup dan kesehatan manusia. Wadah dan kemasan yang digunakan untuk limbah B3 ditandai dengan adanya sistem simbol dan label sesuai dengan jenis karakteristik limbah. Berikut ini merupakan kesesuaian kondisi eksisting dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Kesesuaian Kemasan dengan Peraturan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021

Kemasan			
No.	Ketentuan	Realisasi di Lapangan	Sesuai/Tidak Sesuai
1	Menggunakan kemasan yang terbuat dari bahan logam atau plastik yang dapat mengemas limbah B3	Bahan logam untuk pengemasan dalam drum, bahan plastik dari unit-unit penghasil limbah sebelum dimasukkan dalam drum dan bak sampah	Sesuai
2	Mampu mengungkung limbah B3 untuk tetap berada dalam kemasan	Limbah sudah tidak ada ceceran dibawah kemasan. Akan tetapi, limbah kemasan bekas kontaminasi masih diletakkan pada luar bangunan tidak terdapat penutup. Masih terdapat ceceran limbah di atas drum oli bekas	Sesuai
3	Berada dalam kondisi baik, tidak bocor, tidak berkarat, atau tidak rusak	Kemasan yang digunakan tidak bocor, tidak berkarat. Terdapat drum yang memiliki kondisi tidak baik (penyok) tetapi tidak bocor	Sesuai
4	Dikemas sesuai dengan jenis, karakteristik, dan/atau kompatibilitas limbah B3	Semua limbah sudah dikemas sesuai dengan karakteristik. Tetapi masih terdapat limbah aki bekas kering yang tidak dikemas hanya diletakkan di atas pallet. Oleh pihak ketiga dikemas dengan <i>bubble wrap</i>	Sesuai
5	Memiliki penutup yang kuat untuk mencegah terjadinya tumpahan saat dilakukan penyimpanan, pemindahan, dan/atau pengangkutan	Limbah kemasan bekas terkontaminasi masih belum ada penutup, sehingga dapat mengakibatkan terjadinya tumpahan/ceceran	Tidak Sesuai

Wadah untuk menampung dan memilah limbah B3 merupakan tipe tidak permanen yaitu tong sampah dari bahan plastik hdpe. Tong sampah yang digunakan terdiri dari 3 jenis yaitu sampah organik (hijau), sampah anorganik (kuning), dan sampah B3 (merah). Pada PT INKA (Persero) pewadahan pada setiap unit penghasil limbah B3 hampir semua sama dengan setiap paket terdapat 3 jenis tong sampah yang telah disebutkan diatas. Tong sampah sudah disediakan di depan, di dalam maupun dalam gedung. Meskipun wadah untuk limbah B3 pada setiap unit sama tetapi memiliki jenis limbah yang berbeda jenisnya. Berikut ini adalah tong sampah pada unit minor ass'y pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18 Tong Sampah Pada Unit Minor Ass'y

Ukuran tong sampah departemen gedung baru memiliki ukuran yang tidak sama, seharusnya disamakan sehingga terlihat rapi. Jumlah tong sampah berwarna merah untuk limbah B3 kurang lebih sebanyak 80 buah. Penempatan tong sampah merah untuk limbah B3 dalam satu gedung sudah terdapat 3-4 buah, sehingga tidak perlu penambahan wadah lagi. Setiap hari jika tong sampah penuh langsung dibawa ke TPS limbah B3 sehingga tidak menumpuk dalam beberapa hari. Penggunaan tong sampah pada setiap gedung memiliki fungsi yang berbeda sesuai dengan jenis limbah B3 yang dihasilkan. Pada setiap lokasi penghasil limbah B3 dan sekitar gedung terdapat tong sampah yang tidak komplit karena rusak belum diganti. Pemakaian tong sampah untuk limbah B3 yang ada di PT INKA (Persero) masih belum benar, terdapat sampah plastik bungkus makanan dan kertas yang tercampur di dalamnya. Mengakibatkan sampah yang bukan merupakan limbah B3 dapat terkontaminasi dan membahayakan manusia maupun lingkungan. Limbah sampah harus disesuaikan dengan tempat yang sudah disediakan sehingga tidak perlu dilakukan pemilahan lagi. Berikut ini adalah ukuran tong sampah pada departemen gedung baru dengan ukuran yang tidak sama dan tong sampah merah tidak sesuai pemilahan dapat dilihat dalam Gambar 4.19 dan Gambar 4.20.



Gambar 4.19 Ukuran Tong Sampah Tidak Sama





Gambar 4.20 Isi Tong Sampah Merah Tidak Sesuai Pemilahan

Berikut ini merupakan gambar beberapa bentuk pewadahan limbah B3 dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Pewadahan Limbah B3 PT INKA (Persero)

No.	Pewadahan	Keterangan
1		<ul style="list-style-type: none"> - Majun/sarung tangan terkontaminasi - Semua material padat lain (kayu, kemasan dari plastik, kardus/kain, APD) terkontaminasi B3
2		<ul style="list-style-type: none"> - Oli bekas/oli pendingin bekas - Thinner bekas/kadaluarsa - Solar bekas - Kimia cair bekas/kadaluarsa

No.	Pewadahan	Keterangan
3		<ul style="list-style-type: none"> - Debu/pasir grit <i>blasting</i> - Lelehan plasma/gas <i>cutting</i>
4		<ul style="list-style-type: none"> - Kaleng/kemasan bekas terkontaminasi - Lelehan plasma/gas <i>cutting</i>

Wadah oli bekas/oli pendingin bekas sebelum dimasukkan dalam drum besi, diletakkan terlebih dahulu pada jerigen. Wadah jerigen oli bekas/oli pendingin bekas dan serbuk kayu terkontaminasi limbah B3 dapat dilihat pada Gambar 4.21.



Gambar 4.21 Wadah Jerigen Oli Bekas/Oli Pendingin Bekas dan Serbuk Kayu Terkontaminasi Limbah B3

Pewadahan untuk solar bekas, thinner bekas, bahan kimia kadaluarsa cair, dan cat kadaluarsa memiliki pewadahan yang sama seperti oli bekas/oli pendingin bekas. Setelah limbah oli bekas/oli pendingin bekas penuh diangkut ke TPS limbah B3 dan di pindah dalam kemasan menggunakan drum 200 Liter dengan penutup kuat. Daya tampung drum 200 Liter dilakukan pengurangan sebanyak 20%. Berguna untuk area bebas jika terjadi perbedaan tekanan sehingga terbentuk gas dan volume mengembang. Hal ini memenuhi syarat dari kemasan yaitu memiliki penutup yang kuat untuk mencegah terjadinya tumpahan saat dilakukan penyimpanan, pemindahan, atau pengangkutan. Drum yang digunakan dapat terbuat dari bahan plastik (HDPE, PP atau PVC) atau bahan logam (teflon, baja karbon, SS304, SS316 atau SS440) dengan syarat bahan kemasan tidak bereaksi dengan limbah B3 yang disimpan. Kemasan oli bekas/oli pendingin bekas di TPS ada yang sudah penyok tetapi masih digunakan karena masih bisa mengungkung limbah didalamnya dan tidak bocor. Drum bagian atas masih banyak benda atau ceceran oli yang tidak dibersihkan. Hal ini dapat mengakibatkan terjadinya ceceran/tumpahan saat dipindahkan atau pada saat pengangkutan oleh pihak ketiga. Mengakibatkan ceceran/tumpahan dari kemasan merupakan ketidaksesuaian dengan peraturan kemasan dalam kondisi baik, tidak bocor, tidak berkarat, atau tidak rusak. Ceceran dan benda di atas drum dapat dilihat pada Gambar 4.22.



Gambar 4.22 Ceceran dan Benda di Atas Drum

Debu/pasir *ex-blasting* dan lelehan plasma/gas *cutting* sekarang tidak dihasilkan dikarenakan masa pandemi Covid-19 tidak melakukan operasi pembuatan kereta api. Debu/pasir *ex-blasting* dan lelehan plasma/gas *cutting* diwadahkan pada drum besi seperti limbah oli bekas/oli pendingin bekas tetapi berbeda pada penutupnya. Pada limbah debu/pasir *ex-blasting* menggunakan penutup yang rapat. Wadah kemasan belum memenuhi syarat peraturan karena tidak terdapat simbol dan label yang tercantum. Selain itu, lelehan plasma/gas *cutting* didalam TPS limbah B3 dapat mengungkung limbah dan tidak bocor. Tetapi limbah pada unit penghasil masih terdapat kemasan yang terbuka tidak memiliki penutup sehingga kurang sesuai dengan peraturan yang berlaku. Kemasan yang digunakan merupakan bak terbuka sehingga dapat mengakibatkan ceceran jika dilakukan pemindahan. Seharusnya pewadahan limbah sebelum dilakukan kemasan tetap harus diletakkan pada tempat yang memiliki penutup sehingga tidak mengakibatkan terjadinya ceceran/tumpahan. Berikut ini merupakan kemasan debu/pasir *ex-blasting* belum terdapat simbol dan label dapat dilihat pada Gambar 4.23.



Gambar 4.23 Kemasan Debu/Pasir *Ex-Blasting* Belum Terdapat Simbol dan Label

Untuk limbah *cartridge* dan *accu* bekas langsung diangkut ke TPS limbah B3. Limbah ini tidak ada kemasannya, hanya diletakkan dialasi pallet. Seharusnya memiliki kemasan supaya tidak hanya diletakkan di atas pallet saja. Jika diletakkan pada sembarang tempat dan tidak dikemas dengan baik maka dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan sekitar. Meskipun limbah tidak bereaksi dengan lainnya seharusnya diberikan kemasan sementara sebelum diberikan *bubble wrap* oleh pihak ketiga. Berikut ini merupakan peletakan *accu* bekas tanpa kemasan dapat dilihat pada Gambar 4.24.



Gambar 4.24 Peletakan *Accu* Bekas Tanpa Kemasan

Kondisi pewadahan majun/sarung tangan bekas/terkontaminasi B3 dan material padat lainnya, wadah pada setiap unit penghasil diletakkan pada tong sampah dari plastik. Setelah itu, di bawa ke TPS limbah B3 dengan melakukan pengemasan pada karung besar. Kondisi kemasan baik tidak bereaksi karena pengemasan digabungkan dengan memiliki karakteristik yang sama. Pengemasan dalam keadaan tertutup setelah penuh dengan dijahit/di tali menggunakan rafia, sehingga tidak tumpah ketika dipindahkan dan diangkut. Meskipun terlihat sudah baik tetapi belum sesuai dengan peraturan yang ada. Limbah serbuk kayu biasa dan serbuk kayu yang terkontaminasi B3 pengemasan tidak akan dicampur karena penanganan yang dilakukan berbeda. Serbuk kayu yang digunakan untuk menangani ceceran/tumpahan

diletakkan pada wadah khusus terlebih dahulu. Jika sudah banyak baru digabung dengan majun/sarung tangan terkontaminasi B3. Pewadahan sementara serbuk kayu terkontaminasi limbah B3 dapat terjadi ceceran karena tersenggol atau tumpah. Berikut ini adalah serbuk kayu yang sudah terkontaminasi B3 dapat dilihat pada gambar 4.25.



Gambar 4.25 Serbuk Kayu yang Sudah Terkontaminasi B3

Pewadahan kemasan bekas terkontaminasi cat/thinner tidak memiliki penutup, pada saat observasi lapangan limbah baru datang sehingga belum dimasukkan dalam TPS limbah B3. Jika dalam beberapa hari belum dipindahkan dapat terjadi tumpahan limbah saat pemindahan. Selain itu, pada musim penghujan seperti saat ini dapat memungkinkan masuknya air ke dalam wadah karena letaknya berada di luar gedung produksi. Seharusnya jika diletakkan di luar gedung produksi, pada wadah diberi penutup atau kanopi supaya air hujan tidak masuk dalam wadah. Hal ini tidak sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021, menggunakan kemasan terbuat dari bahan yang dapat mengemas limbah B3 sesuai dengan karakteristik limbah B3 yang akan disimpan dan mampu mengungkung limbah B3 untuk tetap berada dalam kemasan. Kemasan bekas terkontaminasi sebelum pengemasan, dilakukan pres sehingga tidak memakan tempat. Di lapangan masih terdapat kemasan bekas terkontaminasi yang diletakkan pada sembarang tempat dapat mengganggu dan berbahaya bagi lingkungan. Berikut ini merupakan peletakkan limbah kemasan bekas terkontaminasi di sembarang tempat dapat dilihat pada Gambar 4.26.



Gambar 4.26 Peletakkan Limbah Kemasan Bekas Terkontaminasi di Sembarang Tempat

Limbah lampu TL bekas sebelum dimasukkan ke dalam tong sampah plastik dilapisi plastik dahulu supaya serpihan kaca sisa lampu tidak berceceran kemana-mana. Lampu TL bekas mengandung merkuri, sehingga dapat mencegah terlepasnya uap merkuri ke udara jika dilapisi dahulu oleh plastik. Tetapi wadah kemasannya terlalu pendek dengan disandarkan pada dinding yang dapat mengakibatkan lampu TL bekas bisa jatuh ke bawah dan pecah. Berikut ini merupakan kemasan limbah lampu TL yang kurang tepat dapat dilihat pada Gambar 4.27.



Gambar 4.27 Kemasan Limbah Lampu TL Yang Kurang Tepat

Limbah medis diletakkan pada refrigerator, limbah yang dihasilkan juga tidak terlalu banyak. Sebelum dimasukkan limbah dikemas terlebih dahulu untuk mengungkung limbah dan tidak terjadi ceceran di dalam kulkas medis. Berikut ini adalah kemasan untuk limbah medis dapat dilihat pada Gambar 4.28.



Gambar 4.28 Kemasan Limbah Medis

Kemasan yang digunakan untuk limbah B3 pada PT INKA (Persero) masih belum sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021. Pembuatan perencanaan kemasan yang sesuai dengan peraturan yang ada berguna untuk mengurangi pencemaran lingkungan karena dapat mengungkung limbah dengan baik. Perbaikan desain kemasan untuk limbah oli bekas/oli pendingin bekas, solar bekas, thinner bekas, bahan kimia bekas, dan cat kadaluarsa menggunakan kemasan drum besi 200 Liter. Adapun dimensi dari kemasan drum yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan gambar desain pada Lampiran K.

Tabel 4.7 Dimensi Desain Kemasan Drum

Keterangan	Satuan
Limbah ditampung	200 Liter x 20% = 160 Liter = 0,16 m ³
Dimensi :	
Tinggi	88 cm = 0,88 m
Diameter	29 cm = 0,29 m
Luas	58 cm = 0,58 m
Keliling	$2 \times \pi \times r \times t = 2 \times 3,14 \times 0,29 \text{ m} \times (0,88 + 0,29) \text{ m} = 2,13 \text{ m}^2$
Berat bersih	3,14 x 58 cm = 182,12 cm = 1,8 m

Perbaikan desain kemasan penyimpanan untuk pengemasan limbah debu/pasir *ex-blasting*, majun bekas terkontaminasi, dan lelehan gas *cutting* menggunakan *jumbo bag* dan diletakkan di atas pallet. Dialasi dengan *pallet* dengan menumpuk *jumbo bag* maksimum dua tumpukan berguna untuk menghemat tempat. Adapun dimensi dari kemasan *jumbo bag* yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.8 dan gambar desain pada Lampiran K.

Tabel 4.8 Dimensi Desain Kemasan Jumbo Bag

Keterangan	Satuan
Limbah ditampung	500 Kg
Dimensi :	
Panjang	90 cm = 0,9 m
Lebar	90 cm = 0,9 m
Tinggi	100 cm = 1 m
Volume	$p \times l \times t = 0,9 \text{ m} \times 0,9 \text{ m} \times 1 \text{ m} = 0,81 \text{ m}^3$

Perbaikan desain kemasan wadah penyimpanan untuk pengemasan limbah *accu* bekas, kemasan bekas terkontaminasi, *cartridge*, lampu TL bekas menggunakan kemasan tong sampah yang berbahan plastik *hdpe*. Sebelum diletakkan pada tong sampah, limbah terlebih dahulu diberi plastik supaya tidak terdapat ceceran limbah jika pecah saat dipindahkan. Adapun dimensi dari kemasan tong sampah yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.9 dan gambar desain pada Lampiran K.

Tabel 4.9 Dimensi Desain Kemasan Tong Sampah

Keterangan	Satuan
Limbah ditampung	120 Liter
Dimensi :	
Panjang	48 cm = 0,48 m
Lebar	63 cm = 0,63 m
Tinggi	90 cm = 0,9 m
Volume	$p \times l \times t = 0,48 \text{ m} \times 0,63 \text{ m} \times 0,9 \text{ m} = 0,4 \text{ m}^3$
Berat bersih	10 Kg
Maksimum menampung	48 Kg

Perbaikan desain kemasan limbah medis menggunakan kemasan kantong plastik berwarna kuning. Setelah dimasukkan ke dalam kantong plastik, limbah medis diletakkan pada refrigerator. Bertujuan untuk menjaga suhu limbah supaya tahan dalam beberapa waktu sebelum diangkut pihak ketiga dan dilakukan pengelolaan limbah medis. Adapun dimensi dari kemasan kantong plastik berwarna kuning yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.10 dan

refrigerator pada Tabel 4.11. Sedangkan untuk gambar desain kemasan kantong plastik berwarna kuning dan refrigerator terdapat pada Lampiran K.

Tabel 4.10 Dimensi Desain Kemasan Kantong Plastik Berwarna Kuning

Keterangan	Satuan
Limbah ditampung	0,5 Kg
Dimensi :	
Panjang	60 cm = 0,6 m
Lebar	40 cm = 0,4 m

Tabel 4.11 Dimensi Desain Refrigerator

Keterangan	Satuan
Limbah ditampung	220 Liter
Dimensi :	
Panjang	94,6 cm = 0,95 m
Lebar	562 cm = 0,56 m
Tinggi	845 cm = 0,85 m
Volume	$p \times l \times t = 0,95 \text{ m} \times 0,56 \text{ m} \times 0,85 \text{ m} = 0,45 \text{ m}^3$
Berat bersih	37 Kg
Maksimum menampung	110 Kg

Setelah dilakukan perbaikan desain kemasan pada semua limbah b3 yang dihasilkan oleh PT INKA (Persero). Berikut ini adalah rekapan dari seluruh perencanaan desain kemasan pada setiap limbah B3 dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Perencanaan Kemasan Limbah B3

No.	Nama Limbah	Kemasan	Ukuran Kemasan
1	Oli Bekas	Drum besi	200 Liter
2	Pasir <i>ex-blasting</i>	<i>Jumbo bag</i>	500 Kg
3	<i>Accu</i> Bekas	Tong plastik	120 Liter
4	Kemasan bekas terkontaminasi	Tong plastik	120 Liter
5	Majun bekas terkontaminasi	<i>Jumbo bag</i>	500 Kg
6	Oli Pendingin bekas	Drum besi	200 Liter
7	Lelehan Gas <i>Cutting</i>	<i>Jumbo bag</i>	500 Kg
8	Debu <i>Ex-Blasting</i>	<i>Jumbo bag</i>	500 Kg
9	Solar Bekas	Drum besi	200 Liter
10	<i>Cartridge</i>	Tong plastik	120 Liter
11	Thinner bekas	Drum besi	200 Liter
12	Bahan Kimia Kadaluarsa	Drum besi	200 Liter
13	Cat Kadaluarsa	Drum besi	200 Liter
14	Lampu TL bekas	Tong plastik	120 Liter
15	Limbah Medis	Kantong Plastik dan Refrigerator	0,5 Kg dan 220 Liter

Dibawah ini merupakan contoh perhitungan limbah oli bekas untuk menentukan jumlah kemasan yang akan digunakan selama lama penyimpanan limbah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah drum} &= \frac{\text{Total limbah yang dihasilkan}}{\text{volume drum}} \\
 &= \frac{3.844,7 \text{ Liter}}{160 \text{ Liter}} \\
 &= 24 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

Perhitungan dilakukan untuk limbah b3 lain dengan cara yang sama. Berdasarkan perbaikan desain kemasan limbah B3, maka kemasan yang dibutuhkan untuk setiap limbah pada lama penyimpanan selama 120 hari atau 4 bulan. Jumlah kemasan yang diperlukan untuk setiap limbah dapat dilihat dalam Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Jumlah Jumlah Kemasan yang Dibutuhkan Setiap Limbah Selama 120 Hari

No.	Nama Limbah	Jumlah Kemasan	Pembulatan Kemasan
1	Oli Bekas	24,0	24
2	Pasir <i>ex-blasting</i>	0,1	1
3	Accu Bekas	2,0	2
4	Kemasan bekas terkontaminasi	5,8	6
5	Majun bekas terkontaminasi	1,8	2
6	Oli Pendingin bekas	6,6	7
7	Lelehan Gas <i>Cutting</i>	1,4	2
8	Debu <i>Ex-Blasting</i>	0,3	1
9	Solar Bekas	0,3	1
10	<i>Cartridge</i>	1	1
11	Thinner bekas	0,9	1
12	Bahan Kimia Kadaluarsa	3,0	3
13	Cat Kadaluarsa	3,1	4
14	Lampu TL bekas	1,0	1,0

Kemasan drum untuk oli bekas dengan kapasitas 200 Liter sebanyak 24 drum. Kapasitas untuk drum limbah cair dikurangi sebanyak 20% sehingga menjadi 160 Liter. Pasir *ex-blasting* dibutuhkan *jumbo bag* dengan kapasitas 500 Kg sebanyak 1 bag. *Accu* bekas dibutuhkan kemasan tong sampah berbahan hdpe dengan kapasitas 120 Liter atau 0,4 m³ sebanyak 2 tong. Kemasan bekas terkontaminasi dibutuhkan kemasan tong sampah plastik bahan hdpe dengan kapasitas 120 liter sebanyak 6 tong. Majun bekas terkontaminasi membutuhkan kemasan *jumbo bag* dengan kapasitas 500 Kg sebanyak 2 bag. Kemudian dikirimkan kepada pihak ketiga limbah B3 yang sudah tersertifikasi. Oli pendingin bekas membutuhkan kemasan drum dengan kapasitas 200 Liter sebanyak 7 drum. Kapasitas untuk drum limbah cair dikurangi sebanyak 20% menjadi 160 liter. Lelehan gas *cutting* membutuhkan *jumbo bag* dengan kapasitas 500 Kg sebanyak 2 bag. Debu *ex-blasting* membutuhkan *jumbo bag* dengan kapasitas 500 Kg sebanyak 1 bag. Solar bekas membutuhkan kemasan drum dengan kapasitas 200 Liter sebanyak 1 drum. Kapasitas untuk drum limbah cair dikurangi sebanyak 20% dengan kapasitas menjadi 160 Liter. *Cartridge* membutuhkan kemasan tong sampah berbahan hdpe dengan kapasitas 120 Liter atau 0,4 m³ sebanyak 1 tong. Thinner bekas membutuhkan kemasan drum dengan kapasitas 200 Liter sebanyak 1 drum. Bahan kimia kadaluarsa membutuhkan kemasan drum dengan kapasitas 200 Liter sebanyak 3 drum. Cat kadaluarsa membutuhkan kemasan drum dengan kapasitas 200 Liter sebanyak 4 drum. Kapasitas untuk drum limbah cair dikurangi sebanyak 20% menjadi 160 Liter. Lampu TL bekas membutuhkan kemasan tong sampah berbahan hdpe dengan kapasitas 120 Liter atau 0,4 m³ sebanyak 1 tong.

Tabel 4.14 Jumlah Jumlah Kemasan yang Dibutuhkan Setiap Limbah Selama 90 Hari

Nama Limbah	Jumlah Kemasan	Pembulatan Kemasan
Limbah Medis	1,0	1,0

Dalam 90 hari, limbah medis membutuhkan kemasan kantong plastik kuning dengan kapasitas 0,5 kg sebanyak 1 buah. Lalu semua limbah diangkut oleh pihak ketiga limbah B3 yang sudah bersertifikasi.

4.3.1.2 Simbol dan Label

Simbol limbah B3 adalah gambar yang menunjukkan karakteristik limbah B3. Label limbah B3 adalah keterangan mengenai limbah B3 berbentuk tulisan berisi informasi tentang limbah B3, penghasil dan alamat, waktu dilakukannya pengemasan, jumlah, serta karakteristik limbah B3 (Wilujeng *et al.*, 2021). Kemasan limbah B3 yang digunakan menyimpan harus menggunakan drum dan rak. Lalu disimpan pada semua kemasan pewadahan diberi label yang berisi informasi limbah B3 yang disimpan (Birullah, 2019).

Tabel 4.15 Kesesuaian Simbol dan Label pada Kemasan dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021

Simbol dan Label			
No.	Ketentuan	Realisasi di Lapangan	Sesuai/Tidak Sesuai
1	Dipasang dengan simbol, dan label sesuai karakteristik limbah B3, serta mudah terlihat	Masih ada drum full belum di beri simbol dan label, peletakan kurang sesuai dengan peraturan	Tidak Sesuai
2	Kemasan yang telah dikosongkan apabila akan digunakan kembali untuk mengemas Limbah B3 lain dengan karakteristik yang sama, harus disimpan di fasilitas penyimpanan Limbah B3 dengan memasang label “KOSONG”	Sudah diberi simbol tanda kosong, tetapi ada drum yang rusak dan tidak diberi simbol tanda kosong. Akan dibuang yang sudah tidak layak, dan penyok	Sesuai
3	Kemasan diberi penandaan posisi tutup wadah	Tidak ada penandaan posisi tutup wadah	Tidak Sesuai

Pemberian simbol dan label limbah B3 pada kemasan limbah B3 sudah dilakukan oleh PT INKA (Persero). Tetapi masih ada kesalahan dalam peletakan dan tidak semua kemasan dapat dijumpai simbol dan label. Padahal simbol dan label limbah B3 sangat dibutuhkan untuk mengetahui keberadaan maupun informasi dari limbah yang dihasilkan. Selain itu, pemberian label penunjuk tutup wadah kemasan berguna saat dilakukan pemindahan atau pengangkutan tidak terbalik. PT INKA (Persero) belum memberikan label tersebut pada setiap limbah yang sudah terisi penuh. Masih terdapat beberapa drum yang belum penuh dengan limbah B3 sehingga belum diberikan simbol dan label. Simbol dan label untuk kemasan tidak terdapat pada TPS limbah B3 PT INKA (Persero) melainkan pada kantor, sehingga tidak bisa sembarangan untuk pemasangan pada kemasan. Berikut ini gambar tidak ada pemberian simbol dan label limbah B3 serta label penunjuk arah tutup pada kemasan limbah B3 penuh dapat dilihat Gambar 4.29.



Gambar 4.29 Tidak Ada Pemberian Simbol dan Label Limbah B3 serta Label Penunjuk Tutup Pada Kemasan Limbah B3 Penuh

Pemberian simbol dan label harus disesuaikan dengan Peraturan Pemerintah Nomor 14 Tahun 2013. Pada PT INKA (Persero) peletakan simbol dan label limbah B3 terbalik. Seharusnya peletakan label limbah B3 berada di atas simbol limbah B3 begitu juga dengan sebaliknya. Berikut ini peletakan simbol dan label tidak sesuai peraturan dapat dilihat pada Gambar 4.30.



Gambar 4.30 Peletakan Simbol dan Label Tidak Sesuai Peraturan

Pada peraturan untuk kemasan limbah B3 kosong diberi label bertuliskan “KOSONG”. Sehingga sesuai dengan peraturan dengan pemberian label yang berguna untuk mengetahui dan menjadi pembeda antara drum yang sudah penuh dan kosong. Drum kosong bisa didapatkan dari limbah sebelumnya yang sama karakteristiknya sehingga dapat digunakan kembali. Penggunaan drum bekas ini dapat menghemat dari pembiayaan yang dikeluarkan tanpa perlu membeli yang baru. Berikut ini adalah peletakan label pada kemasan kosong dapat dilihat pada Gambar 4.31.



Gambar 4.31 Peletakan Label Pada Kemasan Kosong

Pemasangan simbol dan label limbah B3 di pasang oleh petugas lapangan yang bertanggung jawab dalam pengelolaan limbah B3 dan berkoordinasi dengan divisi K3LH. Peletakan simbol dan label pada PT INKA (Persero) masih belum memenuhi peraturan perundang-undangan yang berlaku. Perlu dilakukan perencanaan desain peletakan simbol dan label pada kemasan limbah B3 yang telah dihasilkan. Simbol dari masing-masing limbah yang dihasilkan oleh PT INKA (Persero) dapat dilihat pada Lahiran E. Selain simbol, terdapat rekapitulasi dari seluruh limbah termasuk timbulan, jumlah, dan jenis kemasan yang sudah dihitung maupun diidentifikasi sebelumnya dapat dilihat pada Lampiran E. Desain peletakan simbol dan label dapat dilihat pada Lampiran K yang disesuaikan dengan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021.

4.3.2 Penyimpanan

Penyimpanan limbah B3 berguna untuk mencegah terjadinya pencemaran lingkungan sekitar dan dilakukan jika limbah yang dihasilkan tidak segera ditangani. Kegiatan penyimpanan wajib dilakukan oleh perusahaan dalam proses produksinya menghasilkan limbah B3 dan memiliki izin sesuai dengan peraturan. Kesesuaian simbol dan label pada kemasan dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Kesesuaian Simbol dan Label pada Kemasan dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021

No.	Ketentuan	Realisasi di Lapangan	Sesuai/Tidak Sesuai
Penyimpanan			
1	Ditumpuk berdasarkan jenis kemasan. - Kemasan berupa drum logam kapasitas 200 (dua ratus) L, Tumpukan paling banyak 3 (tiga) lapis dengan lapis diberi alas palet palet untuk 4 (empat) drum - Kemasan berupa drum plastik kapasitas 200 (dua ratus) L. Tumpukan paling banyak 3 (tiga) lapis dengan setiap lapis diberi alas	Limbah yang di hasilkan tidak banyak, maka belum ada tumpukan. Hanya di letakkan bersampingan	Sesuai

No.	Ketentuan	Realisasi di Lapangan	Sesuai/Tidak Sesuai
Penyimpanan			
	palet untuk 4 (empat) drum, atau tumpukan lebih dari 3 (tiga) lapis, wajib menggunakan rak penyimpanan		
2	Jarak antara tumpukan kemasan dengan atap minimal 1 (satu) meter	Tumpukan kemasan tidak sampai 3 tumpukan, meskipun sampai 3 tumpukan jaraknya >1 m sampai atap	Sesuai
3	Disimpan dengan sistem blok <ul style="list-style-type: none"> - Setiap blok terdiri atas 2 (dua) atau 3 (tiga) - Memiliki lebar gang antar blok paling sedikit 60 cm atau disesuaikan dengan kebutuhan operasional untuk lalu lintas manusia dan kendaraan pengangkut (forklift) 	Pada jenis limbah yang berbeda masih belum terdapat jarak sehingga berdekatan antar pallet	Tidak Sesuai
4	Disimpan sesuai dengan masa penyimpanan	Disimpan selama 120 hari pada saat pengambilan oleh pihak ketiga karena limbah yang dihasilkan kurang dari 50 kg/hari (padat) dan 50 L/hari (cair). Pada ketentuan 180 hari dan 365 hari. Limbah infeksius disimpan selama 90 hari.	Sesuai

Setelah pemilahan dengan wadah kemasan, limbah B3 yang dihasilkan oleh setiap unit disimpan sementara ke TPS limbah B3 PT INKA (Persero). Belum ada sekat yang membedakan antara karakteristik yang berbeda hanya ada blok yang memisahkan antara limbah yang dihasilkan. Kemasan limbah B3 masih ada yang sudah dialasi pallet dan ada yang belum dialasi oleh pallet dapat menyebabkan ceceran/tumpahan mengendap di bawah dan tidak mengetahuinya. Berikut ini merupakan kemasan limbah B3 tanpa alas pallet dapat dilihat pada Gambar 4.32.



Gambar 4.32 Kemasan Limbah B3 Tanpa Alas Pallet

Tumpukan untuk drum logam berkapasitas 200 liter paling banyak tiga lapis dengan diberi alas pallet. Limbah B3 yang dihasilkan tidak terlalu banyak sehingga jarang dilakukan penumpukan kemasan limbah. Ruangan pada TPS limbah B3 masih cukup untuk menampung limbah yang dihasilkan. Satu alas pallet berisikan 4 drum, dan memiliki lebar gang antar blok paling sedikit 60 cm. Sedangkan pada kenyataannya kondisi penyimpanan belum tertata rapi dengan baik. Kemasan limbah B3 dalam satu pallet tidak diisi penuh terlebih dahulu, langsung mengisi pada pallet lainnya mengakibatkan kesulitan dalam mencatat dan mengecek. Antar pallet kemasan belum diberi jarak sehingga mengakibatkan tidak adanya jalur untuk jalan ataupun memindahkan limbah B3 akan kesulitan. Alas pallet untuk limbah majun/sarung tangan terkontaminasi B3 belum diberi jarak dan peletakan yang melebihi kapasitas. Berikut ini peletakan drum dalam satu pallet yang tidak sesuai dan tidak ada jarak antar pallet dapat dilihat pada Gambar 4.33 dan Gambar 4.34.



Gambar 4.33 Peletakan Drum Dalam Satu Pallet yang Tidak Sesuai



Gambar 4.34 Tidak Ada Jarak Antar Pallet

Limbah B3 yang masuk ke dalam TPS limbah B3 wajib dilakukan record dalam logbook dan neraca limbah B3 dengan membuat laporan pengelolaan limbah B3 setiap 3 bulan sekali. Jumlah limbah B3 padat yang dihasilkan PT INKA (Persero) kurang dari 50 kg per hari, sedangkan untuk limbah B3 cair kurang dari 50 liter per hari. Waktu maksimal penyimpanan

di TPS limbah B3 selama 120 hari. Berbeda dengan limbah infeksius yang disimpan selama 90 hari pada TPS limbah B3. Perbedaan lama penyimpanan dapat diketahui pada identifikasi limbah sebelumnya yang sudah dilakukan dengan memperhatikan sumber, jenis, kategori, dan karakteristik limbah tersebut.

Pada penyimpanan limbah B3 di TPS limbah B3 PT INKA (Persero) perlu dilakukan pemantauan terhadap kemasan. Kesesuaian pemantauan dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Pemantauan Limbah B3 PT INKA (Persero) terhadap Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021

No.	Ketentuan	Realisasi di Lapangan	Sesuai/Tidak Sesuai
Pemantauan			
1	Pengawasan pada saat menempatkan dan/atau memindahkan limbah B3 dari penyimpanan limbah B3	Dilakukan patroli tiap hari baik K3, 5R dan covid. Jika ada limbah yang dihasilkan dari unit akan langsung dilaporkan dan koordinasi untuk diletakkan pada TPS	Sesuai
2	Pemeriksaan terhadap kemasan limbah B3 <ul style="list-style-type: none"> - Jenis, karakteristik, dan waktu diterimanya limbah B3 dari setiap orang yang menghasilkan limbah B3 - Jenis, karakteristik, jumlah, dan waktu penyerahan limbah B3 kepada pemanfaat limbah B3 dan/atau pengolah limbah B3 - Identitas setiap orang yang menghasilkan, pengangkut, pemanfaat, dan/atau pengolahan - limbah B3 - Neraca limbah B3 	Setiap ada limbah yang dihasilkan langsung dicatat dan dilaporkan untuk dilakukan pelaporan	Sesuai
3	Pencatatan kegiatan penyimpanan limbah B3	Logbook online langsung mengisi saat ada limbah yang masuk ke TPS	Sesuai
4	Pengawasan terhadap pelaksanaan tata graha (<i>housekeeping</i>)	1-2 x seminggu dilakukan pembersihan terhadap ceceran, tumpahan, atau bekas roda dari pengangkut limbah ke TPS	Sesuai

Pengawasan terhadap limbah B3 yang dihasilkan oleh PT INKA (Persero) sudah sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021. Dilakukan patroli tiap hari baik K3, 5R dan covid. Jika ada limbah yang dihasilkan dari unit akan langsung dilaporkan dan koordinasi untuk diletakkan pada TPS limbah B3. Limbah yang dihasilkan dari tiap unit akan dilaporkan dan dicatat untuk pelaporan dan sebagai data. Pengisian data limbah dilakukan pada papan di dalam TPS limbah B3 dan secara online. Pengawasan terhadap kebersihan tata graha (*housekeeping*) dilakukan tiap 1-2 x seminggu dengan pengecekan terhadap ceceran/tumpahan limbah B3 cair. Selain itu, dilakukan pembersihan dengan sapu pada limbah B3 padat, bekas roda forklift manual, dan bekas sepatu *safety* sehingga kotoran tidak menumpuk.

4.3.3 Pengangkutan

Pengangkutan yang ada di PT INKA (Persero) ada dua yaitu pengangkutan internal dan eksternal (pihak ketiga). Pengangkutan internal adalah pengangkutan yang dilakukan oleh PT INKA (Persero). Pengangkutan internal menggunakan alat forklift dengan mengangkut limbah B3 dari unit produksi yang menghasilkan limbah B3 ke TPS limbah B3. Kendaraan pengangkutan internal dapat dilihat pada Gambar 4.35.



Gambar 4.35 Pengangkutan internal dan eksternal PT INKA (Persero)

Pengelolaan limbah B3 yang dilakukan hanya pengangkutan internal saja dari tiap unit penghasil limbah B3. Setiap limbah yang dihasilkan akan dilaporkan dan berkoordinasi oleh pihak TPS limbah B3. Selanjutnya akan mengisi logbook mengenai jenis, sumber, dan jumlah limbah B3 yang masuk TPS limbah B3. Pencatatan logbook PT INKA (Persero) dapat dilihat pada Lampiran G. Pengangkutan eksternal adalah pengangkutan yang dilakukan oleh pemanfaat, pengolah, penimbun atau disebut dengan pihak ketiga. Pengangkutan eksternal menggunakan alat transporter dengan menyerahkan limbah ke pihak ketiga. Pengangkutan pihak ketiga yaitu PT Artama Sentosa Indonesia. Pengangkutan ini tidak termasuk dalam pengelolaan limbah B3 PT INKA (Persero), melainkan kerja sama.

Pada pengangkutan oleh pihak ketiga terdapat *manifest* limbah yang berguna untuk mengetahui perjalanan limbah B3 yang diangkut oleh pengangkut hingga sampai ke pengolah dan/atau penimbun akhir limbah B3.

4.4 Tata Letak (*Layout*) dan Desain Konstruksi Lokasi dan/atau TPS Limbah B3

Tempat penyimpanan limbah B3 di PT INKA (Persero) untuk limbah padat dan limbah cair. Penyimpanan limbah B3 menggunakan sistem blok dengan terdiri 2 blok. Pada blok pertama merupakan tempat untuk limbah dengan karakteristik beracun, padatan mudah menyala, dan cairan mudah menyala. Blok kedua merupakan tempat untuk menyimpan limbah dengan karakteristik korosif, dan infeksius. Kesesuaian bangunan TPS limbah B3 PT INKA (Persero) terhadap Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Kesesuaian Bangunan TPS Limbah B3 PT INKA (Persero) terhadap Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021

No.	Ketentuan	Realisasi di Lapangan	Sesuai/Tidak Sesuai
Bangunan			
1	Rancang bangun sesuai dengan jenis, karakteristik, dan jumlah limbah B3 yang disimpan	Belum sesuai dengan karakteristik, limbah bersifat korosif masih bercampur dengan limbah beracun	Tidak Sesuai

No.	Ketentuan	Realisasi di Lapangan	Sesuai/Tidak Sesuai
Bangunan			
2	Luas ruang penyimpanan sesuai dengan jumlah limbah b3 yang disimpan	Masih bisa menampung limbah B3 dengan kapasitas yang dihasilkan	Sesuai
3	Dinding terpasang pada sekeliling bangunan, mampu melindungi limbah B3 dari hujan dan sinar matahari	Dinding pada TPS dapat melindungi limbah dari hujan dan sinar matahari langsung	Sesuai
4	Rangka pendukung atap dan atap terbuat dari bahan yang tidak mudah terbakar, konstruksi atap dibuat ringan, dan mudah hancur bila terjadi kebakaran	Rangka baja ringan dengan atap dari galvalum	Sesuai
5	Memiliki sistem ventilasi untuk sirkulasi udara	Ventilasi belum cukup, tidak sesuai dengan peraturan yang ada	Tidak Sesuai
6	Lantai kedap air dan tidak bergelombang	Lantai cor beton kedap air dan tidak bergelombang	Sesuai
7	Lantai bagian dalam dibuat melandai turun ke arah bak penampung tumpahan dengan kemiringan maksimum 1% (satu persen)	Melandai turun dengan kemiringan lantai 1%	Sesuai
8	Lantai bagian luar bangunan dibuat agar air hujan tidak masuk ke dalam bangunan tempat penyimpanan limbah B3	Jalan di depan TPS menanjak supaya tidak kebanjiran	Sesuai
9	Memiliki saluran drainase cecceran, tumpahan limbah B3 dan/atau air hasil pembersihan cecceran atau tumpahan limbah B3	Sudah terdapat di dalam bangunan menuju bak penampung sebesar 11 cm	Sesuai
10	Memiliki bak penampung tumpahan untuk menampung cecceran, tumpahan limbah B3 dan/atau air hasil pembersihan cecceran atau tumpahan limbah B3	Memiliki bak penampung, jika musim hujan akan banjir karena bak diletakkan di luar bangunan sebesar 124 cm x 124 cm	Sesuai
11	Memiliki tanggul/dinding pemisah dengan karakteristik yang berbeda	Limbah dengan karakteristik korosif masih bercampur dengan limbah lainnya dalam satu ruang	Tidak Sesuai
12	Bagian luar terdapat papan nama TPS, dan simbol limbah B3, serta titik koordinat	Terdapat nama TPS, simbol, dan koordinat	Sesuai
13	Tiang menggunakan tiang bertulang, terbuat dari bahan yang kuat/kokoh, tidak mudah patah, tahan api (baja ringan)	Tembok dari batu bata plester	Sesuai
14	Dilengkapi dengan pintu dan dapat dibuka tutup	Memiliki pintu berjumlah 6 yang bisa dibuka maupun tutup	Sesuai
15	Memiliki sistem pencahayaan, dengan instalasi listrik diletakkan diluar bangunan (lampu kedap yang tidak menyebabkan ledakan/percikan api/ <i>explosion proof</i>)	Memakai lampu hemat energi, bukan <i>explosion proof</i> karena ada karakteristik korosif dari aki bekas. Instalasi listrik terdapat di dalam ada saklar listrik lampu dan NCB)	Tidak Sesuai

No.	Ketentuan	Realisasi di Lapangan	Sesuai/Tidak Sesuai
Bangunan			
16	Dilengkapi dengan simbol limbah B3 pada dinding sesuai dengan ketentuan perundang-undangan	Sudah terdapat simbol pada TPS, mungkin perlu di perbaiki supaya tidak bercampur dengan limbah lainnya	Sesuai
17	Dilengkapi rambu petunjuk, anjuran, peringatan atau larangan	Tidak ada rambu petunjuk, anjuran, peringatan atau larangan di dalam TPS, hanya ada cara menangani kebocoran/ceceraan	Tidak Sesuai
18	Terdapat tong sampah terpilah	Terdapat tong sampah berwarna merah pada TPS	Sesuai
19	Tersedia MSDS	Hanya ada pada staff dan ruang arsip maupun gudang	Tidak Sesuai

Layout penataan limbah B3 di dalam TPS limbah B3 dapat dilihat pada Lampiran K. TPS limbah B3 terletak pada daerah yang lebih tinggi daripada daerah sekitarnya, berguna untuk menghindari air hujan mengalir ke arah TPS. Selain itu, dapat digunakan sistem drainase dengan ukuran memadai jika terjadi hujan lebat. Perlu adanya tanggul dalam mengatasi *run off* jika terjadi hujan lebat.

TPS limbah B3 dipisah oleh tembok pembatas untuk limbah yang memiliki sifat berbeda, sehingga mencegah terjadinya kontaminasi jika terdapat ceceraan/tumpahan. Berikut ini adalah perhitungan kebutuhan luas area TPS limbah B3 berdasarkan jumlah limbah yang dihasilkan dengan waktu penyimpanan 120 hari.

Pallet yang digunakan

Pallet terbuat dari kayu berukuran 114 cm x 114 cm

Tiap pallet berisi 4 buah drum

Oli bekas

$$\begin{aligned} \text{Jumlah pallet} &= \frac{\text{Jumlah drum}}{\text{Isi drum tiap pallet}} \\ &= \frac{24 \text{ buah}}{4 \text{ buah}} \\ &= 6 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\text{Jarak antar blok} = 60 \text{ cm} = 0,6 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah tumpukan} = 3 \text{ tumpukan}$$

$$\begin{aligned} \text{Area/blok} &= \frac{\text{kebutuhan pallet}}{\text{Jumlah tumpukan}} \\ &= \frac{6 \text{ buah}}{3} \\ &= 2 \text{ blok} \end{aligned}$$

$$\text{Luas per palet} = 1,16 \text{ m} \times 1,16 \text{ m} = 1,3 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Luas area} &= \text{Jumlah blok} \times \text{luas per pallet} \\ &= 2 \text{ blok} \times 1,3 \text{ m}^2 \\ &= 2,7 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan contoh menggunakan limbah oli bekas, maka semua limbah lainnya juga dilakukan perhitungan. Berikut ini adalah jumlah luasan TPS limbah B3 dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Luas Area Tiap Limbah B3

No.	Nama Limbah	Jumlah Pallet	Pembulatan pallet	Tumpukan	Area/blok	Pembulatan area/blok	Luas area
1	Oli Bekas	6,0	6	3	2,0	2	2,7
2	Pasir ex-blasting	1,0	1	1	1,0	1	1,3
3	Accu Bekas	0,0	0	1	2,0	2	0,8
4	Kemasan bekas terkontaminasi	0,0	0	1	6,0	6	2,4
5	Majun bekas terkontaminasi	1,0	1	1	1,0	1	1,3
6	Oli Pendingin bekas	1,8	2	2	1,0	1	1,3
7	Lelehan Gas Cutting	1,0	1	1	1,0	1	1,3
8	Debu Ex-Blasting	0,5	1	1	1,0	1	1,3
9	Solar Bekas	0,3	1	1	1,0	1	1,3
10	Cartridge	0,0	0	1	1,0	1	0,4
11	Thinner bekas	0,3	1	1	1,0	1	1,3
12	Bahan Kimia Kadaluarasa	0,8	1	1	1,0	1	1,3
13	Cat Kadaluarasa	1,0	1	1	1,0	1	1,3
14	Lampu TL bekas	0,0	0	1	1,0	1	0,4
15	Limbah Medis	0,0	0	0	1,0	1	0,8

Luas TPS limbah B3 yang dibutuhkan pada perencanaan adalah 20 meter x 6 meter. Ukuran gudang pada TPS adalah 2 meter x 6 meter. Sehingga luas keseluruhan bangunan TPS limbah B3 adalah 132 m² dengan ukuran panjang dan lebar sebesar 22 meter x 6 meter. Pada perencanaan TPS limbah B3 terdapat 2 kompartemen atau tembok pemisah. Dilakukan pemisahan karena sifat limbah b3 yang berbeda dengan melihat kompatibilitas karakteristik cocokan antara limbah satu dengan lainnya. Luas kompartemen I untuk limbah dengan karakteristik beracun dan cairan/padatan mudah menyala sebesar 10 meter x 6 meter. Luas kompartemen II untuk limbah dengan karakteristik beracun, korosif, dan infeksius sebesar 10 meter x 6 meter. Luas bangunan III adalah gudang sebesar 2 meter x 6 meter.

Luas TPS limbah b3 di lapangan dan perencanaan sama sehingga sudah cukup tidak perlu menambahi atau mengurangi luas bangunan. Luas TPS cukup untuk menampung limbah yang dihasilkan dan sudah disesuaikan dengan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021. Akan tetapi perlu penambahan fasilitas dan memperbaiki bangunan yang disesuaikan dengan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021. Bangunan TPS layak dan sudah sesuai dengan peraturan yang berlaku. Dilakukan observasi lapangan memudahkan untuk mengetahui kekurangan yang ada dalam TPS limbah B3 baik dalam fasilitas dan kelayakan bangunan.

Perencanaan TPS limbah B3 di PT INKA (Persero) menggunakan tampilan 2D dan 3D. Software yang digunakan adalah autoCad yang menghasilkan gambar 2D dengan menampilkan gambar layout, depan, samping, dan potongan. Gambar dengan software autoCad dapat dilihat pada Lampiran K. selain itu, menggunakan software sketchup yang menghasilkan gambar 3D dengan menampilkan layout, tampak depan, samping, dan isi bangunan dari TPS. Bangunan TPS limbah B3 menggunakan sketchup dapat dilihat pada Lampiran I. Gambar pada software

SAP menjelaskan konstruksi dari bangunan yang akan direncanakan. Bangunan yang direncanakan seimbang atau tidak, dengan mengetahui bahwa rasio kurang dari satu maka artinya seimbang. Setelah mengetahui bangunan tersebut seimbang dan dapat menahan beban konstruksi sampai atas maka dapat dibangun. Gambar perencanaan dengan SAP dapat dilihat pada Lampiran J.

4.5 Uraian Penyimpanan Limbah B3 yang Dihasilkan

Penyimpanan limbah B3 memiliki Prosedur Operasi Standar (POS) yang harus ditaati. Setiap ada limbah B3 yang masuk TPS maka harus dilakukan prosedur antara lain:

1. Semua karyawan pada unit yang menghasilkan limbah B3 berkewajiban memilah dan mengumpulkan limbah B3 pada tempat sampah B3 yang telah disediakan di unit masing-masing.
2. Personil Departemen Tata Kelola Perusahaan melakukan pengambilan limbah B3 pada tempat sampah B3 pada masing-masing unit secara berkala untuk disimpan di TPS limbah B3.
3. Semua limbah B3 disimpan pada Tempat Penyimpanan Sementara (TPS) limbah B3 sesuai dengan karakteristik/jenis B3. Masa penyimpanan yang dipersyaratkan, dan diberi simbol dan label.
4. Limbah B3 yang masuk di TPS limbah B3 wajib dicatat dalam pencatatan pengelolaan limbah B3 (logbook) (Form K3LH : IV-01.021), neraca limbah B3 (Form K3LH : IV-01.023) dan aplikasi SIMPEL KLHK. Kemudian setiap 3 bulan dan manifest elektronik limbah B3 (festronik) dilaporkan kepada Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur, Pusat Ekoregion Jawa, dan Dinas Lingkungan Hidup Kota Madiun.
5. Masa penyimpanan limbah B3 dalam TPS limbah B3 yang sesuai dengan persyaratan dilakukan pengangkutan/pengelolaan melalui Pihak ke III. Pihak ke III yang memenuhi persyaratan peraturan perundang-undangan. Departemen Tata Kelola Perusahaan mengajukan permintaan pembuangan limbah B3 kepada Departemen General Affairs sebagai dasar pembuatan PR kepada Departemen Manajemen Rantai Pasokan.
6. Pihak ke III yang memenuhi persyaratan peraturan perundang-undangan ditunjuk oleh Departemen Manajemen Rantai Pasokan dengan mempertimbangkan masukan dari Departemen Tata Kelola Perusahaan.
7. Sebelum dilakukan pengangkutan/pengelolaan limbah B3, Departemen Tata Kelola Perusahaan mengisi festronik rencana volume limbah B3 yang akan di angkut/kelola. Berguna untuk memastikan limbah B3 yang dihasilkan perusahaan telah dilakukan pengelolaan sesuai peraturan perundang-undangan. Pihak Ke III dan penghasil harus mengisi festronik dan memproses secara benar.

4.6 Jenis dan Spesifikasi Peralatan Fasilitas Penyimpanan Limbah B3

Penyimpanan limbah B3 sangat penting dilakukan dengan adanya pendataan dan logbook. Penyimpanan limbah B3 padat dan cair di PT INKA (Persero) membutuhkan alat pengangkut limbah yaitu forklift. Forklift digunakan untuk mengangkut limbah B3 dan menata atau menumpuk limbah B3 di TPS limbah B3.

Alat Perlindungan Diri (APD) wajib digunakan ketika melakukan kegiatan penyimpanan limbah B3. APD yang digunakan antara lain pelindung kepala, sarung tangan, kacamata pelindung, rompi pelindung, sepatu pelindung, serta masker.

Pada tempat penyimpanan B3 perlu disediakan Alat Pemadam Api Ringan (APAR) dengan jenis *dry chemical powder*. APAR jenis ini efektif untuk jenis api kelas A (kebakaran akibat benda non logam mudah terbakar), B (kebakaran akibat bahan bakar cair), C (kebakaran

akibat listrik). APAR ini sangat cocok mengatasi resiko kebakaran tinggi. Spesifikasi APAR dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Spesifikasi Alat Pemadam Api Ringan (APAR)

Keterangan	Spesifikasi
Media	<i>Dry Chemical Powder PC ABC 90% (UL)</i>
Tipe	Stored Pressure N ₂ (Nitrogen)
Model	P 600 ABC 90
Kapasitas	6 Kg
Kelas kebakaran	A, B, C
Tabung silinder	Tanpa las
Waktu semprot (detik)	18
Jarak semprot (meter)	3 - 12
Tinggi (mm)	535
Lebar (mm)	310
Diameter tabung (mm)	160
Temperature (C)	-20 – 60
Tekanan dalam tabung	15 Bar
Berat total (Kg)	10,5
Fire rating (Lab. Dinas PMK)	7A.40B
Labeling	<i>Screen printing</i>
Finishing (paint)	<i>Color red, UV resistance powder coating</i>

Safety shower dan *eyewash* perlu disediakan pada tempat penyimpanan limbah B3 untuk pertolongan pertama apabila personil/karyawan terkenal limbah B3. Spesifikasi *safety shower* dan *eyewash* dapat dilihat pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21 Spesifikasi Safety Shower dan Eyewash

Keterangan	Spesifikasi
Bahan	Stainless steel atau plastik ABS
Tekanan kerja	0,2 – 0,4 MPa
Aliran kepala pancuran	120-180 l/menit
Nozzle pencuci mata	12 L/menit

Penerangan untuk tempat penyimpanan limbah B3 perlu dilakukan pemasangan lampu dan cahaya matahari yang memadai. Pemasangan lampu minimal 1 meter di atas tumpukan kemasan limbah B3 paling atas. Lampu yang digunakan adalah lampu *explosion proof* dengan warna cahaya putih. Material lampu *die cast aluminium, cover with strong clear glass protection*. Pencahayaan berguna untuk memudahkan proses pengecekan rutin terhadap limbah B3 yang disimpan.

4.7 Fasilitas Pengendalian Pencemaran

Fasilitas pengendalian pencemaran limbah B3 pada TPS limbah B3 meliputi bak penampung, kolam penampungan darurat, peralatan penanganan tumpahan, sistem drainase untuk debit hujan lebat, serta perlu tanggul untuk mengatasi run *off*. Ketersediaan air di tempat penyimpanan limbah B3 berguna untuk membersihkan limbah yang tumpah. Pada TPS limbah B3 sebesar 120 m² dan gudang sebesar 12 m². Ukuran drainase dengan panjang 9,6 meter, lebar 0,5 meter, dengan kedalaman 0,5 meter. Kesesuaian fasilitas TPS limbah B3 terhadap Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 dapat dilihat pada Tabel 4.22.

Tabel 4.22 Kesesuaian Fasilitas TPS Limbah B3 PT INKA (Persero) terhadap Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021

No.	Ketentuan	Realisasi di Lapangan	Ada/Tidak Ada
Lain-lain (fasilitas)			
1	Peralatan dan sistem pemadaman kebakaran (alat pemadam api ringan/APAR)	Memiliki 4 buah apar di depan dekat dengan pintu TPS	Ada
2	Kotak P3K	Sudah ada, tetapi isinya belum semuanya ada	Ada
3	Alarm	Pada TPS tidak ada alarm	Tidak Ada
4	<i>Shower / Eye Wash</i>	Memiliki disamping TPS, seharusnya di dalam TPS juga disediakan APAR	Ada
5	Alat Perlindungan Diri/APD (pelindung kepala, sarung tangan, kacamata, rompi, <i>safety shoes</i> , masker)	APD sudah dipakai sebelum ke TPS LB3, dan biasanya tersedia dalam kantor bagian K3LH atau pada ruang loker tiap unit	Ada
6	Sistem penangkal petir	Penangkal petir bergabung dengan bangunan lainnya, karena ketinggian tidak terlalu tinggi	Ada
7	Pagar pengaman	Tidak terdapat pagar pengaman di depan maupun sekeliling TPS, di depan TPS banyak barang" produksi	Tidak Ada
8	Pembangkit listrik cadangan	Tidak terdapat pembangkit listrik cadangan	Tidak Ada
9	Gudang tempat penyimpanan peralatan dan perlengkapan	Gudang terletak disamping TPS	Ada
10	Peralatan komunikasi	Peralatan komunikasi yang digunakan untuk menghubungi melalui <i>handphone</i>	Ada
11	Kunci darurat	Dalam TPS tidak ada, kunci di pegang oleh bagian K3LH karena tidak semua orang diperbolehkan masuk ke dalam TPS limbah B3	Ada
12	Penanganan tumpahan (bak penampung)	Memiliki bak penampung yang terletak dibelakang TPS	Ada
13	Penanganan tumpahan (<i>spill kit</i>)	Terdapat serbuk kayu untuk menangani tumpahan, biasanya langsung ambil dari yang sudah dikemas	Ada
14	<i>Layout</i> jalur evakuasi	Terdapat <i>Layout</i> yang diletakkan di dinding	Ada
15	Label / simbol limbah B3	Untuk simbol/label yang ada di TPS tertempel pada kemasan	Ada
16	Sistem ventilasi	Memiliki ventilasi yang cukup tetapi belum sesuai dengan peraturan	Ada

No.	Ketentuan	Realisasi di Lapangan	Ada/Tidak Ada
Lain-lain (fasilitas)			
17	Sistem penerangan	Masih memakai lampu listrik hemat energi	Ada
18	Memiliki SOP Penyimpanan	Tidak ada di TPS, melainkan pada staff unit K3LH	Ada
19	Memiliki SOP Tanggap Darurat	Tidak ada di TPS, melainkan pada staff unit K3LH	Ada

- Upaya penanganan tumpahan/kebocoran limbah B3 yang dapat dilakukan antara lain:
- a. Setiap personil yang mengetahui tumpahan limbah B3 segera melapor kepada Departemen MMLH untuk dilakukan penanganan.
 - b. Personil Departemen MMLH melakukan upaya penanganan tumpahan B3 sebagai berikut:
 1. Siapkan perlengkapan keselamatan berupa sarung tangan, alat bantu pernafasan dan sepatu *safety*
 2. Kenali jenis tumpahan limbah B3 dan sifat-sifatnya. Informasi bisa didapatkan melalui Material Safety Data Sheet (MSDS)
 3. Berikan tanda peringatan dan lakukan lokalisasi daerah tumpahan dengan menggunakan *safety line*
 4. Jika tumpahan limbah B3 bersifat mudah terbakar, hindarkan dari panas dan kegiatan yang menimbulkan panas. Siapkan APAR.
 5. Jika tumpahan limbah B3 padat, lakukan pembersihan dengan sapu ijuk secara perlahan dan masukkan ke dalam kemasan karung, drum, atau kemasan lain yang sesuai dengan persyaratan perundang-undangan
 6. Jika memungkinkan dilakukan pembersihan dengan dibasahi lebih dahulu sehingga tidak menimbulkan debu atau dengan vacuum cleaner
 7. Untuk tumpahan B3 cair, taburkan pasir atau serbuk gergaji untuk menutupi tumpahan B3
 8. Lakukan pembersihan dan masukkan ke dalam karung, drum, atau kemasan lain yang dipersyaratkan sesuai dengan perundang-undangan
 9. Jika tumpahan terjadi di TPS limbah B3, bersihkan dengan air dan alirkan ke bak penampungan
 10. Simpan tumpahan limbah B3 yang telah dikemas di TPS limbah B3 dengan memberi simbol dan label terlebih dahulu.
- Upaya pencegahan tumpahan/kebocoran limbah B3 yang dapat dilakukan antara lain:
- a. Kemasan dan tutup kemasan harus dipastikan dalam kondisi baik, tidak berpotensi kebocoran. Hal ini harus dilakukan setiap pemantauan terhadap kemasan limbah B3
 - b. Pemindahan/pengangkutan forklift harus dipastikan
 1. Forklift dalam kondisi layak operasi
 2. Operator kompeten (memiliki SIO yang relevan)
 3. Metode pengangkutan/pengangkatan/pemuatan aman
- Sarana tanggap darurat kebocoran/tumpahan limbah B3 yang perlu disediakan antara lain:
- a. Drainase dan bak penampung tumpahan/kebocoran
 - b. Pompa portable
 - c. Siaga spill kits : pasir absorben/serbuk kayu, sekop, ember, gayung, sapu lidi
 - d. APD : sarung tangan karet, masker, *safety glasses*, sepatu boot

Menurut Keputusan Menteri Kesehatan Tahun 2004, pasir absorbent atau serbuk kayu yang telah digunakan untuk menyerap tumpahan. Selanjutnya disimpan dalam kantong plastik berwarna coklat dan diberi label limbah B3.

4.8 Perlengkapan Sistem Tanggap Darurat

Sarana lain yang harus disediakan pada TPS limbah B3 adalah peralatan dan sistem pemadam kebakaran minimal 1 buah tabung *dry chemical* 6 kg untuk masing-masing TPS. APAR diletakkan dekat dengan pintu masuk. Selain itu, ada pilar hydrant dan hose box lengkap dengan isinya dengan jarak maksimum 15 meter dari TPS, pagar pengaman, pembangkit listrik cadangan, fasilitas pertolongan pertama, peralatan komunikasi, gudang tempat penyimpanan peralatan dan perlengkapan, alarm, dan kunci darurat.

4.9 Analisis Biaya

Pada analisis biaya TPS limbah B3 di PT INKA (Persero) akan dilakukan perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) dari bangunan yang direncanakan. Pada bangunan yang direncanakan dilakukan perhitungan untuk biaya renovasi. Renovasi ini dilakukan untuk memperbaiki kondisi TPS limbah B3 pada lapangan yang sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021. Renovasi pada TPS limbah B3 yaitu bagian rangka atap dengan menambahkan tembok dan membangun bangunan baru pada bagian eyewash dengan menambahkan luasan pada gudang. Perhitungan analisis biaya menggunakan acuan Harga Satuan Pekerjaan Konstruksi (HSPK) Pemerintah Kota Madiun Tahun 2020. Harga untuk perhitungan RAB selain menggunakan HSPK Kota Madiun, tetapi juga menggunakan HSPK Kota Surabaya dan mencari harga pada penjualan online. Hal ini dikarenakan pada HSPK Kota Madiun tidak mencakup semua kegiatan pengerjaan perencanaan. Analisis biaya ini menggunakan 5 bagian pembiayaan, yaitu biaya pekerjaan, biaya upah pekerja, biaya material, biaya pengadaan alat-alat TPS limbah B3, dan rekapitulasi harga keseluruhan.

4.9.1 Biaya Pekerjaan

Biaya yang diperlukan untuk tahap pekerjaan ini dilakukan pada bangunan renovasi TPS limbah B3. Adapun tahap pekerjaan bangunan dapat dilihat pada Lampiran H.

4.9.2 Biaya Upah Pekerja

Biaya upah pekerja adalah menganalisis harga pada perencanaan yang akan dilakukan dari biaya pekerja yang melakukan pekerjaan. Biaya ini berdasarkan HSPK Kota Madiun tahun 2020 dan HSPK Kota Surabaya tahun 2018. Berikut ini adalah upah pekerjaan pada perencanaan ini dapat dilihat pada Lampiran H

4.9.3 Biaya Material

Biaya material adalah biaya yang digunakan pada saat melakukan renovasi di lapangan. Biaya ini berdasarkan perencanaan yang dibuat sebelumnya sehingga menghasilkan total biaya material. Biaya harga material dapat dilihat pada Lampiran H.

4.9.4 Biaya pengadaan alat-alat TPS limbah B3

Biaya pengadaan alat-alat TPS limbah B3 merupakan biaya untuk membeli peralatan penanganan keadaan darurat dan tumpahan/kebocoran. Pengadaan alat ini berguna untuk memenuhi kekurangan/tidak ada fasilitas di TPS limbah B3. Biaya pengadaan alat-alat TPS limbah B3 dapat dilihat pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23 Biaya Pengadaan Alat-Alat TPS Limbah B3

No	Item Kegiatan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Kemasan				
1	Drum besi 200 L	40	unit	200.000	8.000.000
2	<i>Jumbo bag</i> 500 Kg	6	unit	125.000	750.000
3	Tong sampah plastik 120 L	10	unit	450.000	4.500.000
4	Kantong plastik	1	unit	30.000	3.0000
5	Kulkas medis (refrigerator)	1	unit	3.700.000	3.700.000
Jumlah					16.980.000
B	Fasilitas Peralatan Penyimpanan				
1	Forklift 1 ton	1	unit	100.000.000	100.000.000
2	Forklift manual	1	unit	3.000.000	3.000.000
3	Pelindung kepala	2	unit	75.000	150.000
4	Sarung tangan	1	pack	190.000	190.000
5	Kacamata pelindung	2	unit	10.000	20.000
6	Rompi pelindung	2	unit	95.000	190.000
7	Sepatu pelindung	2	pasang	195.000	390.000
8	Masker	1	pack	130.000	130.000
9	Alat Pemadam Api Ringan (APAR)	2	unit	380.000	760.000
10	Safety shower dan eyewash	2	unit	6.000.000	12.000.000
11	Kotak P3K dan isinya	2	unit	100.000	200.000
12	Papan tulis	2	unit	100.000	200.000
13	Kotak APD	2	unit	20.000.000	40.000.000
Jumlah					157.230.000
Total					174.210.000

4.9.5 Rekapitulasi Harga Keseluruhan

Rekapitulasi harga adalah hasil akhir dari keseluruhan perhitungan pekerjaan hingga menghasilkan total biaya yang diperlukan untuk membangun TPS limbah B3. Rekapitulasi harga keseluruhan mencakup pekerjaan persiapan, galian, atap, penggantian atap bangunan lama, dan non konstruksi baja. Rekapitulasi harga keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 4.24.

Tabel 4.24 Rekapitulasi Harga Keseluruhan

NO.	REKAPITULASI	TOTAL HARGA
A	Pekerjaan Persiapan	5.000.000
B	Pekerjaan Konstruksi Baja	76.661.154
C	Pekerjaan Non Konstruksi Baja	43.805.686
Jumlah		125.466.839
PPN 11%		13.801.352
TOTAL		139.268.192
DIBULATKAN		140.000.000

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari perencanaan ini adalah:

1. Hasil perencanaan TPS limbah B3 meliputi perencanaan perbaikan kemasan limbah B3, perencanaan perbaikan peletakan simbol dan label, perencanaan perbaikan penataan limbah B3, dan perencanaan bangunan TPS limbah B3. Pada perbaikan kemasan limbah B3 meletakkan limbah sesuai dengan jenis limbah. Kemasan masih ada yang belum terdapat simbol dan label sehingga perlu diperbaiki. Pada perbaikan tata cara penataan limbah B3 dengan penataan limbah sesuai dengan karakteristik dan dialasi oleh pallet. Perencanaan bangunan TPS limbah B3 memiliki panjang dan lebar sebesar 22 meter x 8 meter. Selain itu, melakukan kesesuaian TPS limbah B3 dengan Peraturan Pemerintah Nomor 21 Tahun 2022 dan menambahkan fasilitas yang belum ada pada TPS.
2. Biaya untuk desain renovasi perencanaan TPS limbah B3 meliputi : biaya pekerja, biaya upah pekerja, biaya material, dan biaya pengadaan alat-alat TPS limbah B3. Biaya pekerjaan sebesar Rp 140.000.000 sudah termasuk penambahan PPN 11%. Biaya pengadaan alat-alat TPS limbah B3 sebesar Rp 174.210.000. Biaya pekerja dan biaya material dapat menggunakan HSPK sebagai acuan harga, yaitu HSPK Kota Madiun tahun 2020 dan HSPK Kota Surabaya tahun 2018.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil observasi lapangan dan perencanaan yang dilakukan, maka saran yang dapat diberikan adalah:

1. Perlu adanya perbaikan ulang dan pengelolaan limbah B3 yang disesuaikan dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021. Penataan limbah B3 yang benar dapat mengurangi resiko supaya tidak membahayakan lingkungan sekitar.
2. Diperlukan manajemen operasional yang perlu ditingkatkan lagi. Baik itu SOP penanganan terhadap kebocoran/tumpahan limbah B3, menangani keadaan darurat, dan penanggulangan keadaan darurat.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

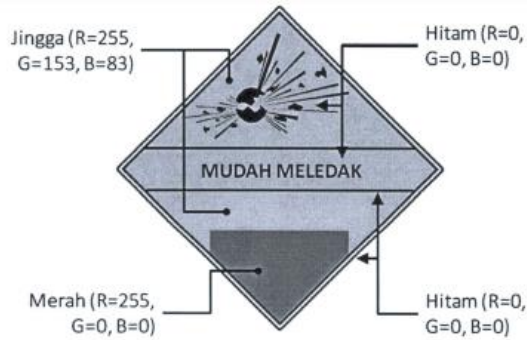
DAFTAR PUSTAKA

- Akpan, V. E., & Olukanni, D. O. 2020. Hazardous Waste Management: An African Overview. **Journal Recycling**. 5 (15), 1-24.
- Amelia, S. 2021. Analisis Penerapan Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) PT Pertamina EP Pangkalan Susu Tahun 2020. Universitas Sumatera Utara. <https://repositori.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/39058/161000279.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Birullah, M. Y. 2019. Perencanaan Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun di Stasiun Lempuyangan dan Tugu Yogyakarta. Universitas Islam Indonesia. <https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/24896/15513045.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Blog, G. 2021. Jenis Limbah: Pengertian, Karakteristik, dan Cara Mengatasinya. <https://www.gramedia.com/literasi/jenis-limbah/>
- Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Daerah Istimewa Yogyakarta. 2019. Mengenal B3 dan Limbah B3. <https://dlhk.jogjaprov.go.id/mengenal-b3-dan-limbah-b3>
- Geografi, I. 2020. Pengolahan Limbah Industri : Cair, Padat, Gas dan B3. <https://ilmugeografi.com/geografi-teknik/pengolahan-limbah-industri>
- Griya, W. 2020. Pengolahan Limbah Industri: Cair, Padat, Gas dan B3. <https://wira.co.id/penolahan-limbah-industri/>
- Hasyim, U. H. 2016. Review : Kajian Adsorpsi Logam dalam Pelumas Bekas dan Prospek Pemanfaatannya Sebagai Bahan Bakar. **Konversi**. 5 (1), 11-16.
- Harga Satuan Pokok Kegiatan Kota Madiun 2020.
- Harga Satuan Pokok Kegiatan Kota Surabaya 2018.
- Ichtiakhiri, T. H., & Sudarmanji. 2015. Pengelolaan Limbah B3 dan Keluhan Kesehatan Pekerja di PT. INKA (Persero) Kota Madiun. **Jurnal Kesehatan Lingkungan**. 8 (1), 118-127.
- INKA. 2022. Produk INKA. <https://www.inka.co.id/>
- Karyada, Y. 2021. Kajian Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun di Apotek dan Klinik Wilayah Bandung Timur. Universitas Bhakti Kencana.
- Kusuma, R. A. 2011. Sistem Penyimpanan dan Pengumpulan Minyak Pelumas Bekas sebagai Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) di PT. INKA (Persero) Madiun, Jawa Timur. Universitas Sebelas Maret. <https://digilib.uns.ac.id/dokumen/download/23054/NTIzMzE=/Sistem-penyimpanan-dan-pengumpulan-minyak-Pelumas-bekas-sebagai-limbah-bahan-berbahaya-dan-beracun-b3-di-pt-Inka-persero-madiun-jawa-timur-abstrak.pdf>
- Malayadi, A. F. 2017. Karakteristik dan Sistem Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun Laboratorium Universitas Hasanuddin Kota Makassar. Universitas Hasanuddin. <https://core.ac.uk/download/pdf/141541478.pdf>
- Murti, I. W., & Ibrahim, A. H. 2018. Identifikasi Bahaya dan Perancangan Tempat Penyimpanan Sementara (TPS) Limbah B3 Proses *Sandblasting* di PT Swadaya Graha. **ISSN: 2088-4591**. 8 (1), 1-7.
- Nursabrina A., Joko, T., & Septiani, O. 2021. Kondisi Pengelolaan Limbah B3 Industri di Indonesia dan Potensi Dampaknya : Studi Literatur. **Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung**. 13 (1).
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 06 Tahun 2021 Tentang Tata Cara dan Persyaratan Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.

- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 14 Tahun 2013 Tentang Simbol dan Label Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 18 Tahun 2020 Tentang Pemanfaatan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2020 Tentang Penyimpanan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.
- Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Pratama, B. R., Mustakim., & Martheana. 2015. Perencanaan Bangunan Pengelolaan Limbah B3 di Kawasan Industri Kariangau Balikpapan. **Jurnal Penelitian Transukma**. 1 (1).
- Salsabila, A. 2021. Komparasi Proses Sand *Blasting* Material Pasir Silika dengan Hydro *Blasting* Ditinjau dari Segi Ekonomis. Institut Teknologi Kalimantan. http://repository.itk.ac.id/4258/6/09171010_chapter_2.pdf.pdf
- Sillahudin, A. 2018. Evaluasi dan Inventarisasi Pengelolaan Limbah B3 di UPT Balai Yasa PT. KAI Yogyakarta. Universitas Islam Indonesia. <https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/10993/Revisi%20pendadaran-%20Ahmad%20Sillahudin.pdf?sequence=16&isAllowed=y>
- Subastian, R., Basuki, H.A., & Sanata, A. 2020. Pengaruh Variasi Parameter Kecepatan *Torch*, Tekanan Oksigen dan Jarak *Nozzle* Terhadap *Material Removal Rate* Pada Proses Otomasi Gas *Cutting*. **Jurnal ROTOR**. 12 (1), 1-5.
- Utami, N. P. 2019. Studi Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) Laboratorium di Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Universitas Hasanuddin. [http://repository.unhas.ac.id/id/eprint/5259/2/19_D12114021\(FILEminimizer\)%20...%20ok%201-2.pdf](http://repository.unhas.ac.id/id/eprint/5259/2/19_D12114021(FILEminimizer)%20...%20ok%201-2.pdf)
- Wilujeng, S., Warmadewanthi, I., Bagastyo, A., & Raharjo, M. S. P. 2021. Kajian Sistem Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) Kegiatan Pendidikan di Kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). **Jurnal Purifikasi**. 20 (2), 43-57.
- Yuliani, E. 2011. Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Beracun (B3) di PT. Bayer Indonesia-Bayer CropsciencE, Surabaya Plant. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

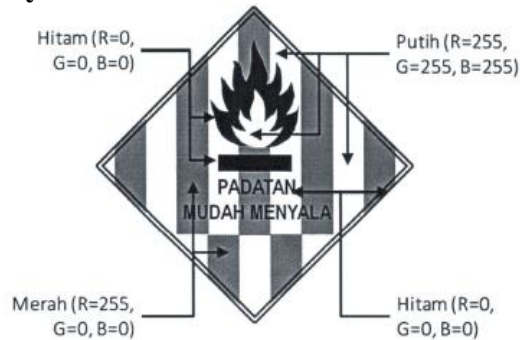
LAMPIRAN A Simbol Limbah B3

1. Mudah Meledak



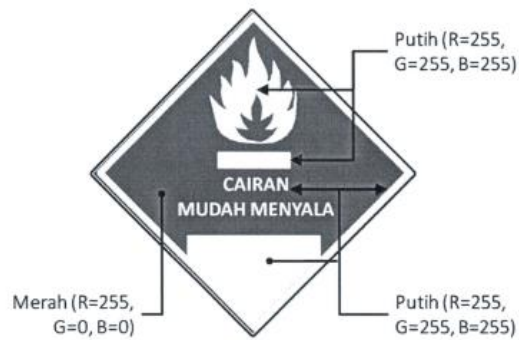
Gambar A.1 Mudah Meledak

2. Padatan Mudah Menyala



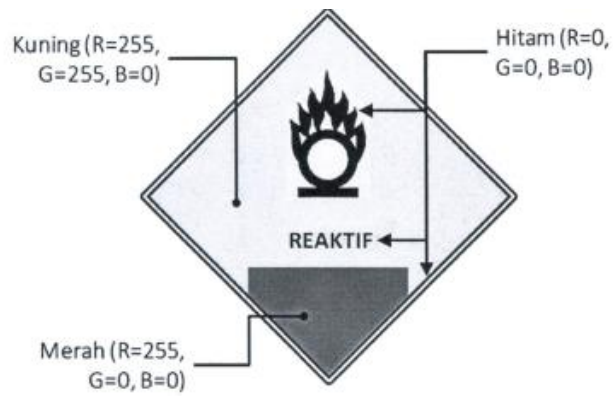
Gambar A.2 Padatan Mudah Menyala

3. Cairan Mudah Menyala



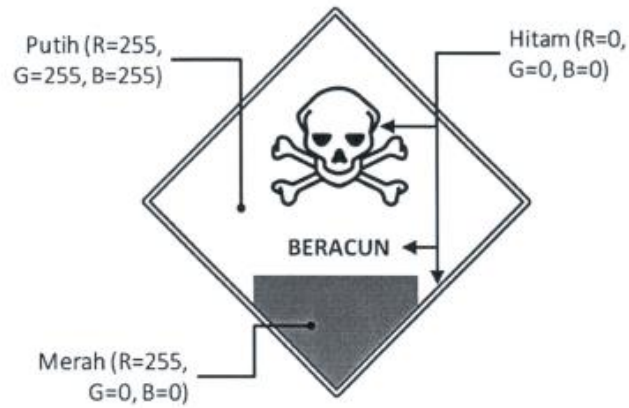
Gambar A.3 Cairan Mudah Menyala

4. Reaktif



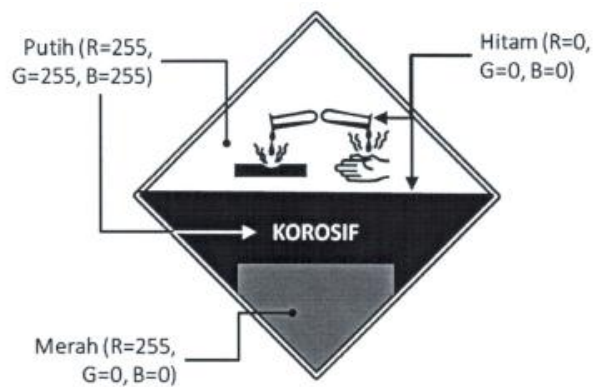
Gambar A.4 Reaktif

5. Beracun



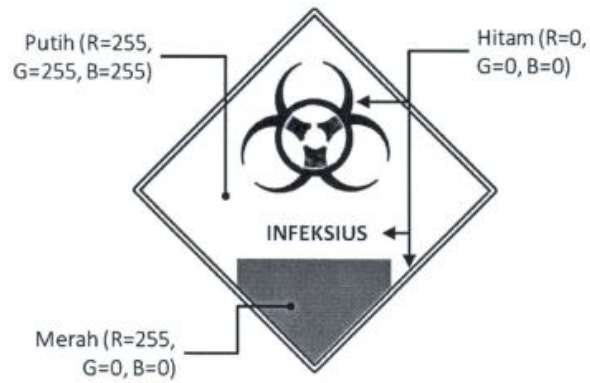
Gambar A.5 Beracun

6. Korosif



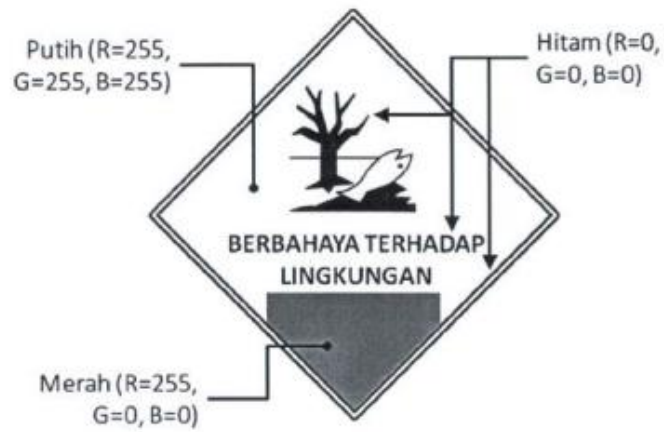
Gambar A.6 Korosif

7. Infeksius



Gambar A.7 Infeksius

8. Berbahaya Terhadap Lingkungan



Gambar A.8 Berbahaya Terhadap Lingkungan

LAMPIRAN B SPESIFIKASI DAN PRODUK PT INKA (PERSERO)

1. Lokomotif

a. Lokomotif Diesel Hidrolik

Spesifikasi dari lokomotif diesel hidrolik meliputi spesifikasi teknis dan mesin. Spesifikasi dari lokomotif diesel hidrolik dapat dilihat pada Tabel B.1.

Tabel B.1 Spesifikasi Lokomotif Diesel Hidrolik

Spesifikasi	Keterangan
Kecepatan maksimum	120 km / jam
Lebar sepur	1.067 mm
Beban gandar	15 ton
Panjang kereta	20.000 mm
Lebar kereta	3.000 mm
Tinggi kereta	3.700 mm
Berat kosong	33 ton
Berat maksimum	84 ton
Traksi	200 kN @ 18 km/h
Traksi maksimum	270 kN (dengan asumsi $\mu = 0.287$)
Type transmisi	<i>Hydrodynamic input power</i>
Jenis putaran	<i>45° V-6, 4-stroke Turbocharged and after cooled</i>
<i>Gross Horsepower</i>	1700 KW @ 1800 rpm

Gambar dari lokomotif diesel hidrolik dapat dilihat pada Gambar B.1.



Gambar B.1 Lokomotif Diesel Hidrolik

b. Lokomotif Diesel Elektrik

Spesifikasi dari lokomotif diesel elektrik adalah spesifikasi teknik. Spesifikasi dari lokomotif diesel hidrolik dapat dilihat pada Tabel B.2.

Tabel B.2 Spesifikasi Lokomotif Diesel Elektrik

Spesifikasi	Keterangan
Kecepatan maksimum	120 km / jam
Lebar sepur	1.067 mm
Jarak antar alat perangkai	15.214 mm
Tinggi alat perangkai	770 mm
Jarak antar pivot	7.680 mm
Berat kosong maksimal	88 ton

Spesifikasi	Keterangan
Panjang kereta	14.134 mm
Lebar kereta	2.642 mm
Tinggi maksimum	3.636 mm
Motor traksi	GE FDL-8T
Sistem pengereman	<i>Pressured Air brake</i>
Kapasitas bahan bakar	3.028 liter

Gambar dari lokomotif diesel elektrik dapat dilihat pada Gambar B.2.



Gambar B.2 Lokomotif Diesel Elektrik

c. Lokomotif Diesel Elektrik Ekspor ke Filipina

Spesifikasi dari lokomotif diesel elektrik ekspor ke Filipina adalah spesifikasi teknik. Spesifikasi dari lokomotif diesel elektrik ekspor ke Filipina dapat dilihat pada Tabel B.3.

Tabel B.3 Spesifikasi Lokomotif Diesel Elektrik Ekspor Ke Filipina

Spesifikasi	Keterangan
Kecepatan maksimum	120 km / jam
Diameter roda	914 mm
<i>Bogie wheel base</i>	2.304 mm
Panjang antar muka <i>coupler</i>	15.214 mm
Berat kosong maksimal	80,2 ton
Panjang kereta	14.134 mm
Lebar kereta	2.642 mm
Tinggi maksimum	3.636 mm
Motor traksi	SGE761A19 (6 buah)
Generator utama	GE SGT581C11, DC (arus searah)
Sistem pengereman	<i>Air brake system, Dynamic brake, Handbrake</i>
Daya motor diesel	2.150 HP
Kapasitas maksimum bahan bakar	3.028 Liter
Minyak pelumas	984 Liter
Air pendingin	681 Liter

Gambar dari lokomotif diesel elektrik ekspor ke Filipina dapat dilihat pada Gambar B.3.



Gambar B.3 Lokomotif Diesel Elektrik Ekspor ke Filipina

2. Kereta Penumpang

a. Kereta Ekonomi

Spesifikasi dari kereta ekonomi adalah spesifikasi teknik. Spesifikasi dari kereta ekonomi dapat dilihat pada Tabel B.4.

Tabel B.4 Spesifikasi Kereta Ekonomi

Spesifikasi	Keterangan
Kecepatan maksimum	120 km / jam
Lebar sepur	1.067 mm
Beban gandar	14 ton
Panjang kereta	20.920 mm
Lebar kereta	2.990 mm
Tinggi maksimum	3.610 mm
Tinggi <i>coupler</i>	775 (+10/-0) mm
bogie	TB-1014
Sistem pengereman	<i>Air brake</i>
<i>Coupler Device</i>	Automatic Coupler, AAR 10A

Kereta ekonomi bagian luar gerbong dapat memuat penumpang. Berikut ini adalah gambar dari kereta ekonomi bagian luar dapat dilihat pada Gambar B.4.



Gambar B.4 Kereta Ekonomi

Kereta ekonomi terdapat bagian dalam gerbong atau interior. Berikut ini adalah gambar dari kereta ekonomi bagian interior dalam kereta dapat dilihat pada Gambar B.5.



Gambar B.5 Interior Kereta Ekonomi

b. Kereta Ekonomi Premium

Spesifikasi dari kereta ekonomi premium adalah spesifikasi teknik. Spesifikasi dari kereta ekonomi premium dapat dilihat pada Tabel B.5.

Tabel B.5 Spesifikasi Kereta Ekonomi Premium

Spesifikasi	Keterangan
Kecepatan maksimum	120 km / jam
Lebar sepur	1.067 mm
Beban gandar	14 ton
Panjang kereta	20.920 mm
Lebar kereta	2.990 mm
Tinggi maksimum	3.610 mm
Tinggi <i>coupler</i>	775 (+10/-0) mm
bogie	TB-1014
Sistem pengereman	<i>Air brake</i>
<i>Coupler Device</i>	Automatic Coupler, AAR 10A

Kereta ekonomi premium hampir sama seperti bagian luar gerbong kereta ekonomi dapat memuat penumpang. Berikut ini adalah gambar dari kereta ekonomi premium bagian luar dapat dilihat pada Gambar B.6.



Gambar B.6 Kereta Ekonomi Premium

Kereta ekonomi premium terdapat bagian dalam gerbong atau interior. Berikut ini adalah gambar dari kereta ekonomi premium bagian interior dalam kereta dapat dilihat pada Gambar B.7.



Gambar B.7 Interior Kereta Kelas Ekonomi Premium

c. Kereta Kelas Eksekutif

Spesifikasi dari kereta kelas eksekutif adalah spesifikasi teknik. Spesifikasi dari kereta kelas eksekutif dapat dilihat pada Tabel B.6.

Tabel B.6 Spesifikasi Kereta Kelas Eksekutif

Spesifikasi	Keterangan
Kecepatan maksimum	120 km / jam
Lebar sepur	1.067 mm
Beban gandar	14 ton
Panjang kereta	20.920 mm
Lebar kereta	2.990 mm
Tinggi maksimum	3.610 mm
Tinggi <i>coupler</i>	775 (+10/-0) mm
bogie	TB-1014
Sistem pengereman	<i>Air brake</i>
<i>Coupler Device</i>	Automatic Coupler, AAR 10A

Kereta kelas eksekutif hampir sama seperti bagian luar gerbong kereta ekonomi dapat memuat penumpang. Berikut ini adalah gambar dari kereta eksekutif bagian luar dapat dilihat pada Gambar B.8.



Gambar B.8 Kereta Kelas Eksekutif

Kereta kelas eksekutif terdapat bagian dalam gerbong atau interior. Berikut ini adalah gambar dari kereta kelas eksekutif bagian interior dalam kereta dapat dilihat pada Gambar B.9.



Gambar B.9 Interior Kelas Eksekutif Dilengkapi Fasilitas untuk Difabel

d. Kereta Kelas Eksekutif *Stainless Steel*

Spesifikasi dari kereta kelas eksekutif *stainless steel* adalah spesifikasi teknik. Spesifikasi dari kereta kelas eksekutif *stainless steel* dapat dilihat pada Tabel B.7.

Tabel B.7 Spesifikasi Kereta Kelas Eksekutif *Stainless Steel*

Spesifikasi	Keterangan
Kecepatan maksimum	120 km / jam
Lebar sepur	1.067 mm
Beban gandar	15 ton
Panjang kereta	20.920 mm
Lebar kereta	2.990 mm
Tinggi maksimum	3.815 mm
Tinggi lantai dari atas rel	1.000 mm
Material <i>carbody</i>	<i>Stainless Steel</i>

Kereta kelas eksekutif *stainless steel* hampir sama seperti bagian luar gerbong kereta ekonomi dapat memuat penumpang. Berikut ini adalah gambar dari kereta kelas eksekutif *stainless steel* bagian luar dapat dilihat pada Gambar B.10.



Gambar B.10 Kereta Kelas Eksekutif *Stainless Steel*

Kereta kelas eksekutif *stainless steel* terdapat bagian dalam gerbong atau interior. Berikut ini adalah gambar dari kereta kelas eksekutif *stainless steel* bagian interior dalam kereta dapat dilihat pada Gambar B.11.



Gambar B.11 Interior Kereta Kelas Eksekutif *Stainless Steel*

e. Kereta Ekspor ke Bangladesh

Spesifikasi dari kereta ekspor ke Bangladesh adalah spesifikasi teknik. Spesifikasi dari kereta ekspor ke Bangladesh dapat dilihat pada Tabel B.8.

Tabel B.8 Spesifikasi Kereta Ekspor ke Bangladesh

Spesifikasi	Keterangan
Kecepatan maksimum	120 km / jam
Lebar sepur	1.676 mm
Beban gandar	12,8 ton
Berat kereta	37-44 ton
Material <i>carbody</i>	<i>Stainless steel</i>
Bogie	MD 53 M Lisensi Bombardier
Sistem pengereman	<i>Automatic air brake</i> , Standar UIC
<i>Coupler Device</i>	<i>Draw hook, Screw coupling, Side buffer</i>

Kereta ekspor ke Bangladesh hampir sama seperti bagian luar gerbong kereta ekonomi dapat memuat penumpang. Berikut ini adalah gambar dari kereta ekspor ke Bangladesh bagian luar dapat dilihat pada Gambar B.12.



Gambar B.12 Kereta Ekspor ke Bangladesh

Kereta ekspor ke Bangladesh terdapat bagian dalam gerbong atau interior. Berikut ini adalah gambar dari kereta ekspor ke Bangladesh bagian interior dalam kereta dapat dilihat pada Gambar B.13.



Gambar B.13 Interior Kereta Ekspor ke Bangladesh

3. Kereta Berpenggerak

a. Kereta Rel Diesel Elektrik (KRDE)

Spesifikasi dari kereta rel diesel elektrik (KRDE) adalah spesifikasi teknik. Spesifikasi dari kereta rel diesel elektrik (KRDE) dapat dilihat pada Tabel B.9.

Tabel B.9 Spesifikasi Kereta Rel Diesel Elektrik (KRDE)

Spesifikasi	Keterangan
Kecepatan maksimum	100 km / jam
Lebar sepur	1.067 mm
Panjang <i>carbody</i> kereta	TeC = 20.458 mm M, T = 20.708 mm
Lebar <i>carbody</i> kereta	2.990 mm
Tinggi lantai diukur dari kepala rel	
Dimensi umum	1.100 mm
Khusus pada area <i>engine</i>	1.200 mm
Tinggi atap dari kepala rel (termasuk AC)	3.820 mm
Jarak antara pusat bogie	14.000 mm
Jarak sumbu roda bogie	2.200 mm
Diameter roda baru	860
Diameter roda maksimal	780 mm

Kereta rel diesel elektrik (KRDE) hampir sama seperti bagian luar gerbong kereta ekonomi dapat memuat penumpang. Berikut ini adalah gambar dari kereta rel diesel elektrik (KRDE) bagian luar dapat dilihat pada Gambar B.14.



Gambar B.14 Kereta Rel Diesel Elektrik (KRDE)

Kereta rel diesel elektrik (KRDE) terdapat bagian dalam gerbong atau interior. Berikut ini adalah gambar dari kereta rel diesel elektrik (KRDE) bagian interior dalam kereta dapat dilihat pada Gambar B.15.



Gambar B.15 Interior Kereta Rel Diesel Elektrik (KRDE)

b. Kereta Rel Diesel Indonesia (KRDI)

Spesifikasi dari kereta rel diesel indonesia (KRDI) adalah spesifikasi teknik. Spesifikasi dari kereta rel diesel indonesia (KRDI) dapat dilihat pada Tabel B.10.

Tabel B.10 Spesifikasi Kereta Rel Diesel Indonesia (KRDI)

Spesifikasi	Keterangan
Kecepatan maksimum	100 km / jam
Lebar sepur	1.067 mm
Panjang kereta	20.000 mm
Lebar kereta	2.990 mm
Lebar kereta (termasuk sinyal samping)	3.142 mm
Tinggi kereta dari atas rel	3.830 mm

Kereta rel diesel indonesia (KRDI) hampir sama seperti bagian luar gerbong kereta ekonomi dapat memuat penumpang. Berikut ini adalah gambar dari kereta rel diesel indonesia (KRDI) bagian luar dapat dilihat pada Gambar B.16.



Gambar B.16 Kereta Rel Diesel Indonesia (KRDI)

Kereta rel diesel indonesia (KRDI) terdapat bagian dalam gerbong atau interior. Berikut ini adalah gambar dari kereta rel diesel indonesia (KRDI) bagian interior dalam kereta dapat dilihat pada Gambar B.18.



Gambar B.18 Interior Kereta Rel Diesel Indonesia (KRDI)

c. Kereta Rel Diesel Philippine National Rainways

Spesifikasi dari kereta rel diesel Philippine national rainways adalah spesifikasi teknik. Spesifikasi dari kereta rel diesel Philippine national rainways dapat dilihat pada Tabel B.11.

Tabel B.11 Spesifikasi Kereta Rel Diesel Philippine National Rainways

Spesifikasi	Keterangan
Kecepatan maksimum	100 km / jam
Lebar sepur	1.067 mm
Panjang kereta	20.000 mm
Lebar kereta	2.990 mm
Lebar kereta (termasuk sinyal samping)	3.180 mm
Tinggi kereta dari atas rel	3.830 mm

Kereta rel diesel Philippine national rainways hampir sama seperti bagian luar gerbong kereta ekonomi dapat memuat penumpang. Berikut ini adalah gambar dari kereta rel diesel Philippine national rainways bagian luar dapat dilihat pada Gambar B.18.



Gambar B.18 Kereta Rel Diesel Philippinw National Rainways

Kereta rel diesel Philippine national rainways terdapat bagian dalam gerbong atau interior. Berikut ini adalah gambar dari kereta rel diesel Philippine national rainways bagian interior dalam kereta dapat dilihat pada Gambar B.19.



B.19 Interior Kereta Rel Diesel Philippine National Rainways

d. Kereta Rel Listrik (KRL)

Spesifikasi dari kereta rel listrik (KRL) adalah spesifikasi teknik. Spesifikasi dari kereta rel listrik (KRL) dapat dilihat pada Tabel B.12.

Tabel B.12 Spesifikasi Kereta Rel Listrik (KRL)

Spesifikasi	Keterangan
Kecepatan maksimum	100 km / jam
Lebar sepur	1.067 mm
Panjang kereta	Tc = 20.219 mm Mc = 20.000 mm
Lebar kereta	2.992 mm
Lebar kereta (termasuk sinyal samping)	3.142 mm
Tinggi kereta dari atas rel	3.800 mm

Kereta rel listrik (KRL) hampir sama seperti bagian luar gerbong kereta ekonomi dapat memuat penumpang. Berikut ini adalah gambar dari kereta rel listrik (KRL) bagian luar dapat dilihat pada Gambar B.20.



Gambar B.20 Kereta Rel Listrik (KRL)

Kereta rel listrik (KRL) terdapat bagian dalam gerbong atau interior. Berikut ini adalah gambar dari kereta rel listrik (KRL) bagian interior dalam kereta dapat dilihat pada Gambar B.21.



Gambar B.21 Interior Kereta Rel Listrik (KRL)

e. Railbus

Spesifikasi dari railbus adalah spesifikasi teknik. Spesifikasi dari railbus dapat dilihat pada Tabel B.13.

Tabel B.13 Spesifikasi Railbus

Spesifikasi	Keterangan
Kecepatan maksimum	120 km / jam
Lebar sepur	1.067 mm
<i>Sistem pengereman</i>	<i>Electro pneumatic</i>

Railbus hampir sama seperti bagian luar gerbong kereta ekonomi dapat memuat penumpang. Berikut ini adalah gambar dari railbus bagian luar dapat dilihat pada Gambar B.22.



Gambar B.22 Railbus

Railbus terdapat bagian dalam gerbong atau interior. Berikut ini adalah gambar dari railbus bagian interior dalam kereta dapat dilihat pada Gambar B.23.



Gambar B.23 Interior Railbus

f. Light Rail Transit

Spesifikasi dari light rail transit adalah spesifikasi teknik. Spesifikasi dari light rail transit dapat dilihat pada Tabel B.14.

Tabel B.14 Spesifikasi Light Rail Transit

Spesifikasi	Keterangan
Kecepatan maksimum	85 km / jam
Lebar sepur	1.067 mm
Panjang kereta	T = 18.000 mm Mc = 18.000 mm
Lebar kereta	2.650 mm
Tinggi kereta dari atas rel	3.850 mm

Light rail transit hampir sama seperti bagian luar gerbong kereta ekonomi dapat memuat penumpang. Berikut ini adalah gambar dari light rail transit bagian luar dapat dilihat pada Gambar B.24.



Gambar B.24 Light Rail Transit

Light rail transit terdapat bagian dalam gerbong atau interior. Berikut ini adalah gambar dari light rail transit bagian interior dalam kereta dapat dilihat pada Gambar B.25.



Gambar B.25 Interior Light Rail Transit

g. LRT JABODETABEK

Spesifikasi dari LRT JABODETABEK adalah spesifikasi teknik. Spesifikasi dari LRT JABODETABEK dapat dilihat pada Tabel B.15.

Tabel B.15 Spesifikasi LRT JABODETABEK

Spesifikasi	Keterangan
Kecepatan maksimum	80 km / jam

LRT JABODETABEK hampir sama seperti bagian luar gerbong kereta ekonomi dapat memuat penumpang. Berikut ini adalah gambar dari LRT JABODETABEK bagian luar dapat dilihat pada Gambar B.26.



Gambar B.26 LRT JABODETABEK

LRT JABODETABEK terdapat bagian dalam gerbong atau interior. Berikut ini adalah gambar dari LRT JABODETABEK bagian interior dalam kereta dapat dilihat pada Gambar B.27.



Gambar B.27 Interior LRT JABODETABEK

4. Gerbong Barang

a. Gerbong Datar (PPCW)

Spesifikasi dari gerbong datar (PPCW) adalah spesifikasi teknik. Spesifikasi dari gerbong datar (PPCW) dapat dilihat pada Tabel B.16.

Tabel B.16 Spesifikasi Gerbong Datar (PPCW)

Spesifikasi	Keterangan
Kecepatan maksimum	80 km / jam
Lebar sepur	1.067 mm
Kapasitas beban	57.000 Kg
Berat kosong maksimal	15.000 Kg
Panjang kereta	12.495 mm
Lebar kereta	2.435 mm
Tinggi <i>coupler</i>	775 (+10/-0) mm

Spesifikasi	Keterangan
Bogie	<i>Barber Type – 3 piece</i>
Sistem pengereman	<i>Air brake</i>
<i>Coupler Device</i>	<i>Automatic Coupler, AAR 10A</i>

Berikut ini adalah gambar dari gerbong datar (PPCW) dapat dilihat pada Gambar B.28.



Gambar B.28 Gerbong Datar (PPCW)

b. Kereta Bagasi

Spesifikasi dari kereta bagasi adalah spesifikasi teknik. Spesifikasi dari kereta bagasi dapat dilihat pada Tabel B.17.

Tabel B.17 Spesifikasi Kereta Bagasi

Spesifikasi	Keterangan
Kecepatan maksimum	100 km / jam
Lebar sepur	1.067 mm
Kapasitas beban	33.000 Kg
Panjang kereta	20.920 mm
Lebar kereta	2.990 mm
Tinggi kereta	3.610 mm
Bogie	<i>TB-398, Pedestial type with bolster</i>
Sistem pengereman	<i>Air brake</i>
<i>Coupler Device</i>	<i>Automatic Coupler, AAR 10A</i>

Berikut ini adalah gambar dari kereta bagasi dapat dilihat pada Gambar B.29.



Gambar B.29 Kereta Bagasi

c. **PPCW Rail**

Spesifikasi dari kereta bagasi adalah spesifikasi teknik. Spesifikasi dari kereta bagasi dapat dilihat pada Tabel B.18.

Tabel B.18 Spesifikasi PPCW Rail

Spesifikasi	Keterangan
Kecepatan maksimum	80 km / jam
Lebar sepur	1.067 mm
Kapasitas beban	44.000 Kg
Panjang kereta	14.600 mm
Lebar kereta	2.438 mm
Bogie	<i>Barber Type – 3 piece</i>
Sistem pengereman	<i>Air brake, UIC 540</i>
<i>Coupler Device</i>	<i>Automatic Coupler, AAR 10A</i>

Berikut ini adalah gambar dari PPCW Rail dapat dilihat pada Gambar B.30.



Gambar B.30 PPCW Rail

d. **ZZOW**

Spesifikasi dari ZZOW adalah spesifikasi teknik. Spesifikasi dari ZZOW dapat dilihat pada Tabel B.19.

Tabel B.19 Spesifikasi ZZOW

Spesifikasi	Keterangan
Kecepatan maksimum	80 km / jam
Lebar sepur	1.067 mm
Panjang kereta	13.300 mm
Lebar kereta	2.459 mm
Bogie	<i>Super Service Ride Control</i>
Sistem pengereman	<i>Air brake, UIC 540</i>
<i>Coupler Device</i>	<i>Automatic Coupler, AAR 10A</i>

Berikut ini adalah gambar dari ZZOW dapat dilihat pada Gambar B.31.



Gambar B.31 ZZOW

e. KKBW

Spesifikasi dari KKBW adalah spesifikasi teknik. Spesifikasi dari KKBW dapat dilihat pada Tabel B.20.

Tabel B.20 Spesifikasi KKBW

Spesifikasi	Keterangan
Kecepatan maksimum	80 km / jam
Lebar sepur	1.067 mm
Panjang kereta	14.062 mm
Lebar kereta	3.080 mm
Tinggi kereta	3.041 mm
Bogie	<i>Barber Type – 3 piece</i>
Sistem pengereman	<i>Air brake, UIC 540</i>
Coupler Device	<i>Automatic Coupler F, rotary and fixed, AAR 10A</i>

Berikut ini adalah gambar dari KKBW dapat dilihat pada Gambar B.32.



Gambar B.32 KKBW

f. Gerbong Tangki Bahan Bakar

Spesifikasi dari gerbong tangka bahan bakar adalah spesifikasi teknik. Spesifikasi dari gerbong tangka bahan bakar dapat dilihat pada Tabel B.21.

Tabel B.21 Spesifikasi Gerbong Tangki Bahan Bakar

Spesifikasi	Keterangan
Kecepatan maksimum	80 km / jam
Lebar sepur	1.067 mm
Panjang kereta	12.800 mm
Lebar kereta	2.420 mm
Tinggi kereta	2.400 mm

Spesifikasi	Keterangan
Bogie	<i>Barber Type</i>
Sistem pengereman	<i>Air brake</i>
<i>Coupler Device</i>	<i>Automatic Coupler</i>

Berikut ini adalah gambar dari gerbong tangki bahan bakar dapat dilihat pada Gambar B.33.



Gambar B.33 Gerbong Tangki Bahan Bakar

g. Gerbong Pembangkit

Spesifikasi dari gerbong pembangkit adalah spesifikasi teknik. Spesifikasi dari gerbong pembangkit dapat dilihat pada Tabel B.22.

Tabel B.22 Spesifikasi Gerbong Pembangkit

Spesifikasi	Keterangan
Kecepatan maksimum	100 km / jam

Berikut ini adalah gambar dari gerbong pembangkit dapat dilihat pada Gambar B.34.



Gambar B.34 Gerbong Pembangkit

h. Well Wagon

Spesifikasi dari Well Wagon adalah spesifikasi teknik. Spesifikasi dari Well Wagon dapat dilihat pada Tabel B.23.

Tabel B.23 Spesifikasi Well Wagon

Spesifikasi	Keterangan
Kecepatan maksimum	80 km / jam

Spesifikasi	Keterangan
Lebar sepur	1.435 mm
Panjang kereta	15.000 mm
Lebar kereta	2.100 mm
Bogie	<i>Barber Type – 3 piece</i>
Sistem pengereman	<i>Air brake</i>
<i>Coupler Device</i>	<i>Automatic Electric Coupler</i>

Berikut ini adalah gambar dari Well Wagon dapat dilihat pada Gambar B.35.



Gambar B.35 Well Wagon

5. Kereta Khusus

a. Kereta Inspeksi

Spesifikasi dari kereta inspeksi adalah spesifikasi teknik. Spesifikasi dari kereta inpeksi dapat dilihat pada Tabel B.24.

Tabel B.24 Spesifikasi Kereta Inspeksi

Spesifikasi	Keterangan
Kecepatan maksimum	100 km / jam
Lebar sepur	1.067 mm
Panjang kereta	20.000 mm
Lebar kereta	2.990 mm
Tinggi kereta	3.528 mm
Propulsi	Mesin Diesel dan Transmisi Hidromekanikal

Berikut ini adalah gambar dari kereta inspeksi dapat dilihat pada Gambar B.36.



Gambar B.36 Kereta Inspeksi

b. Kereta Ukur

Spesifikasi dari kereta ukur adalah spesifikasi teknik. Spesifikasi dari kereta ukur dapat dilihat pada Tabel B.25.

Tabel B.25 Spesifikasi Kereta Ukur

Spesifikasi	Keterangan
Kecepatan maksimum	100 km / jam
Lebar sepur	1.067 mm
Panjang kereta	20.000 mm
Lebar kereta	2.990 mm
Tinggi kereta	3.530 mm
Propulsi	Mesin diesel dan transmisi hidromekanik

Berikut ini adalah gambar dari kereta ukur dapat dilihat pada Gambar B.37.



Gambar B.37 Kereta Ukur

c. Track Motor Car

Spesifikasi dari track motor car adalah spesifikasi teknik. Spesifikasi dari track motor car dapat dilihat pada Tabel B.26.

Tabel B.26 Spesifikasi Track Motor Car

Spesifikasi	Keterangan
Kecepatan maksimum	50 km / jam
Lebar sepur	1.067 mm
Panjang kereta	6.600 mm
Lebar kereta	2.800 mm
Propulsi	Mesin diesel dan transmisi hidromekanikal

Berikut ini adalah gambar dari track motor car dapat dilihat pada Gambar B.38.



Gambar B.38 Track Motor Car

6. **Produk Pengembangan**

a. **INKA Railway Air Conditioning (I-Cond)**

- **I-Cond Tipe ACI-1803**

Spesifikasi dari I-Cond Tipe ACI-1803 adalah spesifikasi teknik. Spesifikasi dari I-Cond Tipe ACI-1803 dapat dilihat pada Tabel B.27.

Tabel B.27 Spesifikasi I-Cond Tipe ACI-1803

Spesifikasi	Keterangan
Sumber daya	
Utama	380 V, 3ph, 50 Hz / 415 V, 5ph, 60 Hz
<i>Control</i>	220 V, 1ph, 50 Hz / 230, 1pg, 60 Hz
<i>Cooling capacity</i>	18.000 kcal/hari
<i>Air flow</i>	
Sirkulasi	40 m kubik/min
<i>Fresh air</i>	10 m kubik/min
<i>Return air</i>	30 m kubik/min
<i>Refrigerant</i>	R407C
Jumlah kompresor	2, <i>Scroll fully hermetic</i>
Rangka dan cover	<i>Stainless</i>

Berikut ini adalah gambar dari I-Cond Tipe ACI-1803 dapat dilihat pada Gambar B.39.



Gambar B.39 I-Cond Tipe ACI-1803

- I-Cond Tipe ACI-3601

Spesifikasi dari I-Cond Tipe ACI-3601 adalah spesifikasi teknik. Spesifikasi dari I-Cond Tipe ACI-3601 dapat dilihat pada Tabel B.28.

Tabel B.28 Spesifikasi I-Cond Tipe ACI-3601

Spesifikasi	Keterangan
Sumber daya	
Utama	380 V, 3ph, 50 Hz
<i>Control</i>	220 V, 1ph, 50 Hz
<i>Cooling capacity</i>	36.000 kcal/hari
<i>Air flow</i>	
Sirkulasi	90 m kubik/min
<i>Fresh air</i>	26 m kubik/min
<i>Return air</i>	64 m kubik/min

<i>Refrigerant</i>	R407C
Jumlah kompresor	2, <i>Scroll fully hermetic</i>
Rangka dan <i>cover</i>	<i>Stainless</i>

Berikut ini adalah gambar dari I-Cond Tipe ACI-3601 dapat dilihat pada Gambar B.40.



Gambar B.40 I-Cond Tipe ACI-3601

b. Articulated Bus

Spesifikasi dari articulated bus adalah spesifikasi teknik. Spesifikasi dari articulated bus dapat dilihat pada Tabel B.29.

Tabel B.29 Spesifikasi Articulated Bus

Spesifikasi	Keterangan
Panjang keseluruhan	18.000 mm
Tinggi lantai	1.100 mm
Tinggi lantai ke langit-langit	2.140 mm
Berat maksimum	30.000 Kg
Berat kosong	19.300 Kg
Kapasitas penumpang	38 <i>seats</i> , 120 berdiri
Mesin	Cummins
Maksimal power	320 Hp – 2.300 rpm
<i>Control system</i>	<i>Intefrated CAN Bus System</i>

Berikut ini adalah gambar dari articulated bus dapat dilihat pada Gambar B.41.



Gambar B.41 Articulated Bus

LAMPIRAN C

Mass Balance (Neraca Massa) Limbah B3 di PT INKA (Persero)

Tabel C.1 Perhitungan Mass Balance (Neraca Massa) Limbah B3

Nama Limbah	2017 (Kg atau L)					
	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
Oli Bekas	400	400	200	400	800	1200
Pasir <i>ex-blasting</i>						
Accu Bekas	50	50	50		80	60
Kemasan bekas terkontaminasi					70	20
Majun bekas terkontaminasi	120	110	75	55		
Oli Pendingin bekas		200			200	200
Lelehan Gas <i>Cutting</i>	500		500			
Debu <i>Ex-Blasting</i>						
Solar Bekas						
Cartridge						
Thinner bekas				200		
Air Accu Kadaluarsa						
Bahan Kimia Kadaluarsa						
Cat Kadaluarsa						

Nama Limbah	2018 (Kg atau L)											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
Oli Bekas	1000	1400	400	1000	2200	400	71	800			240	175
Pasir <i>ex-blasting</i>						300						
Accu Bekas	80	38				400						
Kemasan bekas terkontaminasi				228								
Majun bekas terkontaminasi	138	100	105	800	162	104	275	136	95	368	264	117
Oli Pendingin bekas	400	400			200				600	400	200	

Nama Limbah	2018 (Kg atau L)											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
Lelehan Gas <i>Cutting</i>	500					400				200	200	400
Debu <i>Ex-Blasting</i>												
Solar Bekas		200					23				25	
<i>Cartridge</i>		2										
Thinner bekas	200	200		200								
Air <i>Accu</i> Kadaluarsa												
Bahan Kimia Kadaluarsa							380	1899	200			
Cat Kadaluarsa	2200	500										

Nama Limbah	2019 (Kg atau L)											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
Oli Bekas	400	440	1220	800	1000	850	2450	1100	400	450	950	
<i>Pasir ex-blasting</i>												
<i>Accu</i> Bekas												
Kemasan bekas terkontaminasi												
Majun bekas terkontaminasi	725			225	120		300		269	160		
Oli Pendingin bekas	200	400							350	50	1600	400
Lelehan Gas <i>Cutting</i>	200	400								600		
Debu <i>Ex-Blasting</i>			800									
Solar Bekas												
<i>Cartridge</i>			3									
Thinner bekas												
Air <i>Accu</i> Kadaluarsa								491				
Bahan Kimia Kadaluarsa			150									
Cat Kadaluarsa												

LAMPIRAN D Observasi Lapangan



Gambar D.1 Observasi Lapangan pada Limbah B3 dan TPS Limbah B3



Gambar D.2 Pemantauan Limbah B3



Gambar D.3 Pemantauan TPS Limbah B3



Gambar D.4 Wawancara dengan Operator Lapangan dan TPS Limbah B3



D.5 Pembersihan TPS Limbah B3 (*Housekeeping*)

LAMPIRAN E
Rekapitulasi Limbah B3

Tabel E.1 Rekapitulasi Limbah B3 di PT INKA (Persero)

Nama Limbah	Rata"/Hari	Kategori	Lama Penyimpanan (Hari)	Kemasan	Jumlah kemasan	Simbol
Oli Bekas	32,04 Liter/hari	2	365	Drum besi	24	Beracun
Pasir <i>ex-blasting</i>	0,45 Kg/hari	2	365	<i>Jumbo bag</i>	1	Korosif
Accu Bekas	2 buah/hari	1	180	Tong plastik	2	Beracun, korosif
Kemasan bekas terkontaminasi	0,48 Kg/hari	2	365	Tong plastik	6	Beracun
Majun bekas terkontaminasi	7,31 Kg/hari	2	365	<i>Jumbo bag</i>	2	Beracun, padatan mudah menyala
Oli Pendingin bekas	8,79 Liter/hari	2	365	Drum besi	7	Beracun
Lelehan Gas <i>Cutting</i>	5,91 Kg/hari	2	365	<i>Jumbo bag</i>	2	Korosif
Debu <i>Ex-Blasting</i>	1,21 Kg/hari	2	365	<i>Jumbo bag</i>	1	Korosif
Solar Bekas	0,38 Liter/hari	1	180	Drum besi	1	Beracun, cairan mudah menyala
<i>Cartridge</i>	1 buah/hari	2	365	Tong plastik	1	Beracun
Thinner bekas	1,21 Liter/hari	1	180	Drum besi	1	Beracun, cairan mudah menyala
Bahan Kimia Kadaluarsa	3,98 Liter/hari	1	180	Drum besi	3	Beracun, cairan mudah menyala
Cat Kadaluarsa	4,09 Liter/hari	1	180	Drum besi	4	Beracun, cairan mudah menyala
Lampu TL bekas	0,02 Kg/hari	2	365	Tong plastik	1	Beracun
Limbah Medis	0,04 Kg/hari	1	90	Kantong plastik dan refrigerator	1	Infeksius

LAMPIRAN H
Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Tabel H.1 Biaya Pekerjaan Renovasi TPS Limbah B3 PT INKA (Persero)

No	Jenis Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	<u>Pekerjaan Persiapan</u>				
1	Mobilisasi Peralatan dan pekerjaan	ls	1	5.000.000	5.000.000
				Sub Total A	5.000.000
B	<u>Pekerjaan Konstruksi Baja</u>				
I	<u>Rangka Baja WF</u>				
1	Kolom WF 200x100x5,5x8, tinggi 2 m	kg	767,988	15.500	11.903.814
2	Kolom WF 200x100x5,5x8, tinggi 3 m	kg	63,999	15.000	959.985
3	Kuda kuda WF 150x75x5x7, panjang 4,5 m	kg	882	15.200	13.406.400
4	Kuda kuda WF 150x75x5x7, panjang 3 m	kg	42	15.200	638.400
5	Stiffener (pemangku WF) 10 mm	kg	4,7304	8.300	39.262
6	Top Plate 12 mm, baut 2x6 19 mm	buah	154	8.000	1.232.000
7	End Plate 12 mm, baut 2x6 19 mm	buah	48	8.000	384.000
				Sub Total B-I	28.563.861
II	<u>Gording/Purlin C</u>				
1	Besi siku L 40x40x4	kg	1,92	6.700	12.864
2	Kanal C 100x50x20x2,3	kg	953,664	7.600	7.247.846
				Sub Total B-II	7.260.710
III	<u>Atap</u>				
1	Bongkar atap	m2	529,3053		0
2	Asbes gelombang 1	m2	216	69.834	15.084.144
3	Asbes Gelombang 2	m2	12	69.834	838.008
4	Ikatan Angin	kg	432	19.500	8.424.000
5	Penggantung gording	kg	658	18.200	11.975.600
4	Nok Galvalum	m	24	45.000	1.080.000
				Sub Total B-III	37.401.752
IV	<u>Pintu/Ventilasi</u>				
1	Rolling door	m2	2	884.015	1.768.030
2	Ventilasi Jaring Nyamuk	m	55,56	30.000	1.666.800
				Sub Total B-IV	3.434.830
				Sub Total B	76.661.154
C	<u>Pekerjaan Non Konstruksi Baja</u>				
I	<u>Pekerjaan Tanah</u>				
2	Galian tanah biasa sedalam 1 m (drainase)	m3	4,9	67.375	330.138
4	Urugan drainase + bak penampung lama	m3	2,1976	24.416	53.657
3	Pengecoran 1 cm	m2	14,9	1.122.433	16.724.252
				Sub Total C-I	17.108.046
II	<u>Pekerjaan Dinding</u>				
1	Bongkar dinding gudang	m2	6	183.150	1.098.900

No	Jenis Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
2	Pemasangan bata merah 1	m2	50,76	281.988	14.313.712
3	Pemasangan bata merah 2	m2	16	281.988	4.511.808
4	Plesteran Halus	m2	66,76	60.654	4.049.276
5	Acian	m2	66,76	34.272	2.287.991
				Sub Total C-2	25.162.787
III	Pengecatan				
3.1	Cat tembok baru	m2	66,76	22.991	1.534.853
				Sub Total C-3	1.534.853
				Sub Total C	43.805.686
JUMLAH					125.466.839
PPN 11%					13.801.352
TOTAL					139.268.192
DIBULATKAN					140.000.000

Tabel H.2 Biaya Upah Pekerja

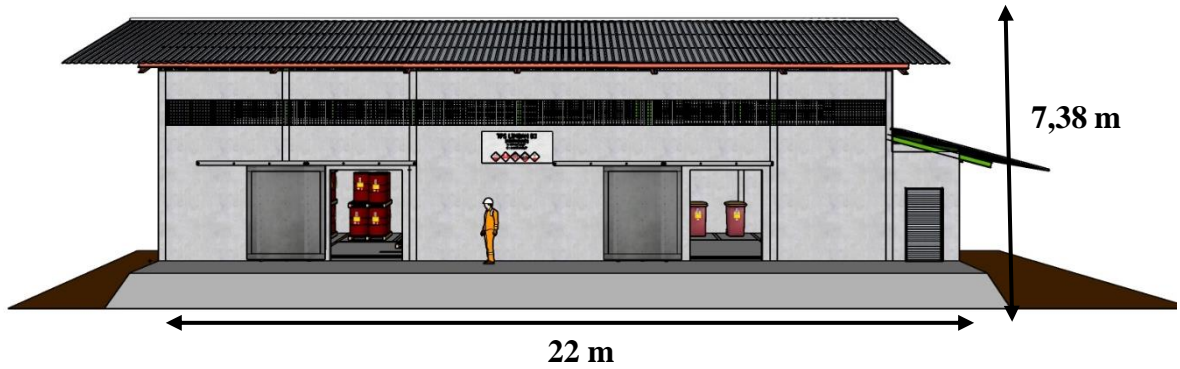
NO.	URAIAN UPAH	SATUAN	HARGA SATUAN
1	2	3	4
I	DAFTAR UPAH		
1	Mandor	Orang Hari	95.000
2	Tukang	Orang Hari	90.000
3	Kepala Tukang Batu	Orang Hari	92.500
4	Kepala Tukang Besi	Orang Hari	92.500
5	Kepala Tukang Cat	Orang Hari	92.500
6	Kepala Tukang	Orang Hari	92.500
7	Tukang batu	Orang Hari	90.000
8	Tukang Besi	Orang Hari	90.000
9	Tukang Cat	Orang Hari	90.000
10	Pekerja	Orang Hari	78.500

Tabel H.3 Biaya Material

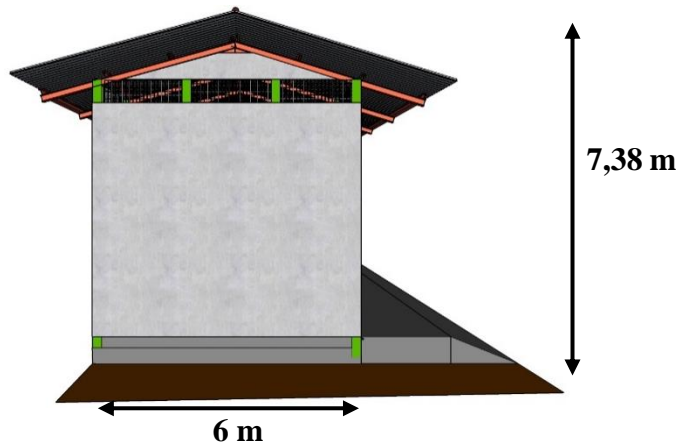
NO.	URAIAN BAHAN	SATUAN	HARGA SATUAN
1	2	3	4
	DAFTAR BAHAN		
I	BAHAN BAJA		
	Besi Profil Wf	kg	14.550
	Besi Profil Siku	kg	11.950
	Besi Profil C	kg	13.500

NO.	URAIAN BAHAN	SATUAN	HARGA SATUAN
	Cat Meni (flincote)	kg	29.650
II	BAHAN DINDING		
	Batu Bata	buah	850
	Semen 40 kg	zak	56.350
	Pasir Lokal	m3	232.250
	Pasir Pasang	m3	351.600
	Cat Meni (flincote)	kg	29.650
	Kuas 4"	buah	19.800
	Plamir	kg	34.400
	Cat Tembok (catylac) cat dasar	kaleng	129.900
	Cat Tembok (catylac) Cat Penutup	kaleng	129.900
III	BAHAN PINTU/VENTILASI		
	Pintu Rolling Door Onesheet Solid (terpasang)	m2	621.150
	Kawat Nyamuk	m2	29.900
	Pengelasan	cm	3.250
	Besi Plat Strip	kg	12.750
IV	BAHAN ATAP		
	Rangka Galvalume Uk 0.5mm	m2	257.500
	Asbes Gelombang (3 x 1,03)	lembar	106.700
	Paku sekrup	buah	1.150
	Nok Stel Metal	lembar	63.900

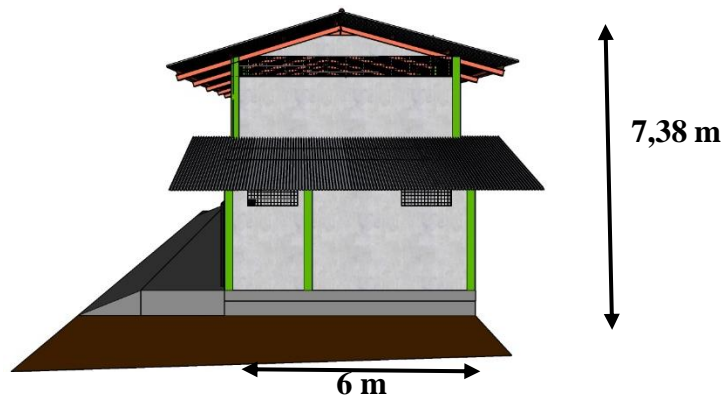
LAMPIRAN I
Bangunan TPS Limbah B3 Dengan Software Sketchup (3D)



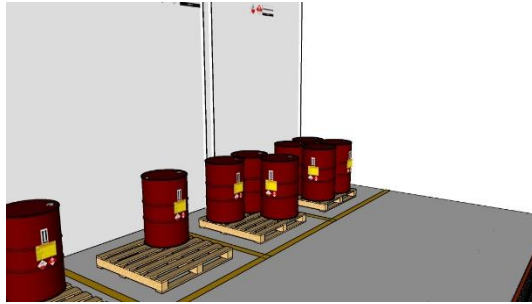
Gambar I.1 Tampak Depan Bangunan TPS Limbah B3 Gambar



I.2 Tampak Samping Kiri Bangunan TPS Limbah B3



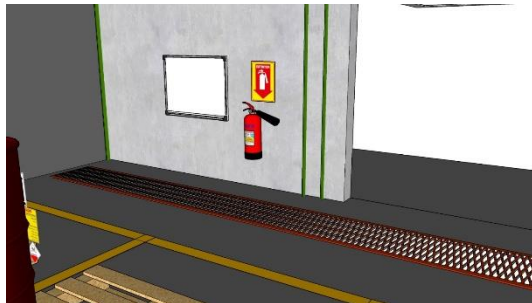
Gambar I.3 Tampak Samping Kanan Bangunan TPS Limbah B3



Gambar I.4 Penataan Limbah B3



Gambar I.5 Fasilitas TPS Limbah B3



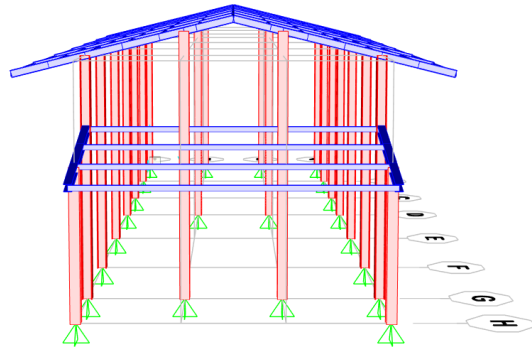
Gambar I.6 APAR dan *Whiteboard* Pada TPS Limbah B3



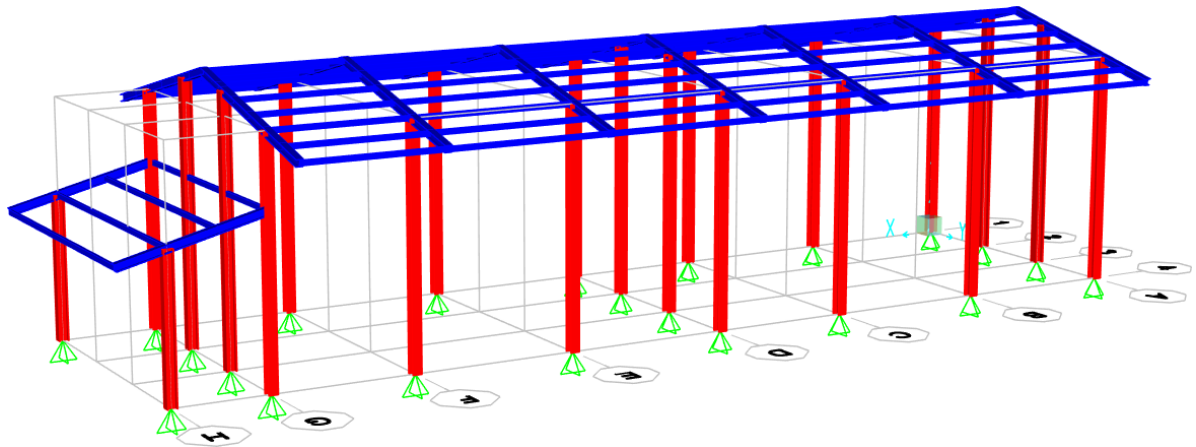
Gambar I.7 Saluran Drainase dan Bak Penampung

LAMPIRAN J

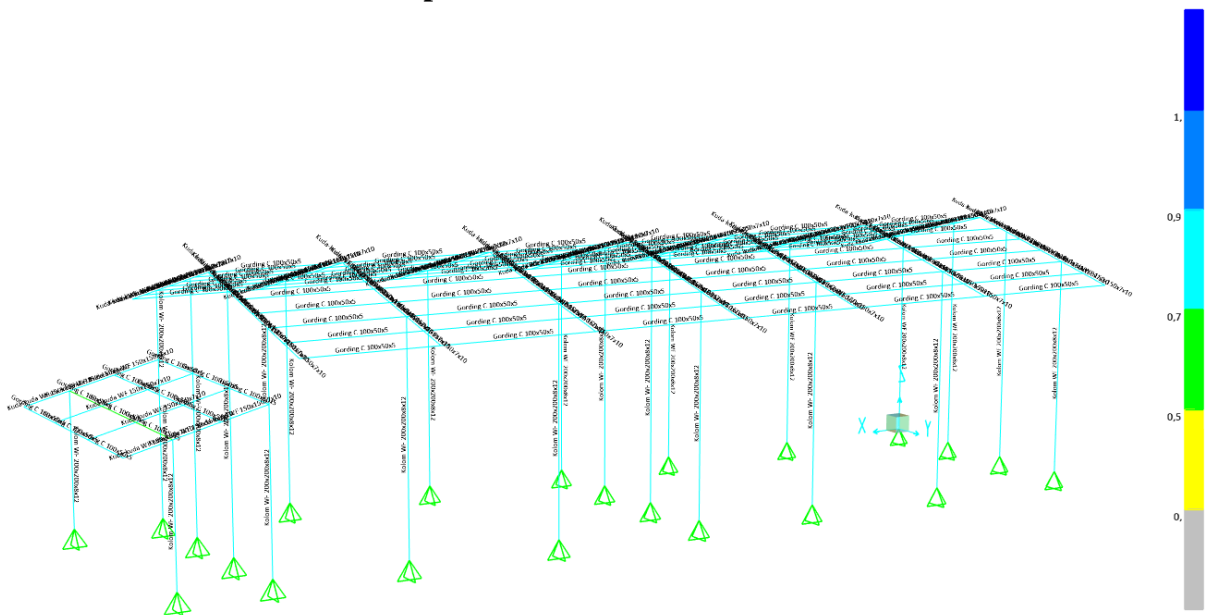
Bangunan TPS Limbah B3 dengan Software SAP 2000



Gambar J.1 Tampak Depan Pemodelan Struktur TPS LB3



Gambar J.2 Tampak Isometri Pemodelan Struktur TPS LB3



Gambar J.3 Rasio Interaksi P-M pada Struktur TPS LB3 (Tidak ada warna merah, OK)

Steel Stress Check Information (AISC 360-10)

Frame ID	43		Analysis Section	Gording C 100x50x5		
Design Code	AISC 360-10		Design Section	Gording C 100x50x5		

COMBO ID	STATION LOC	---MOMENT INTERACTION CHECK---	MAJ-SHR	MIN-SHR
ID	LOC	RATIO = AXL + B-MAJ + B-MIN	RATIO	RATIO
0,9D+1Wx+	1,50	0,214 (C) = 0,018 + 0,191 + 0,005	0,000	0,000
0,9D+1Wx+	2,00	0,203 (C) = 0,018 + 0,184 + 0,001	0,001	0,000
0,9D+1Wy+	0,00	0,050 (C) = 0,021 + 0,000 + 0,028	0,006	0,000
0,9D+1Wy+	0,50	0,086 (C) = 0,021 + 0,048 + 0,017	0,005	0,000
0,9D+1Wy+	1,00	0,112 (C) = 0,021 + 0,086 + 0,005	0,004	0,000
0,9D+1Wy+	1,50	0,142 (C) = 0,021 + 0,114 + 0,007	0,002	0,000
0,9D+1Wy+	2,00	0,171 (C) = 0,021 + 0,132 + 0,018	0,001	0,000

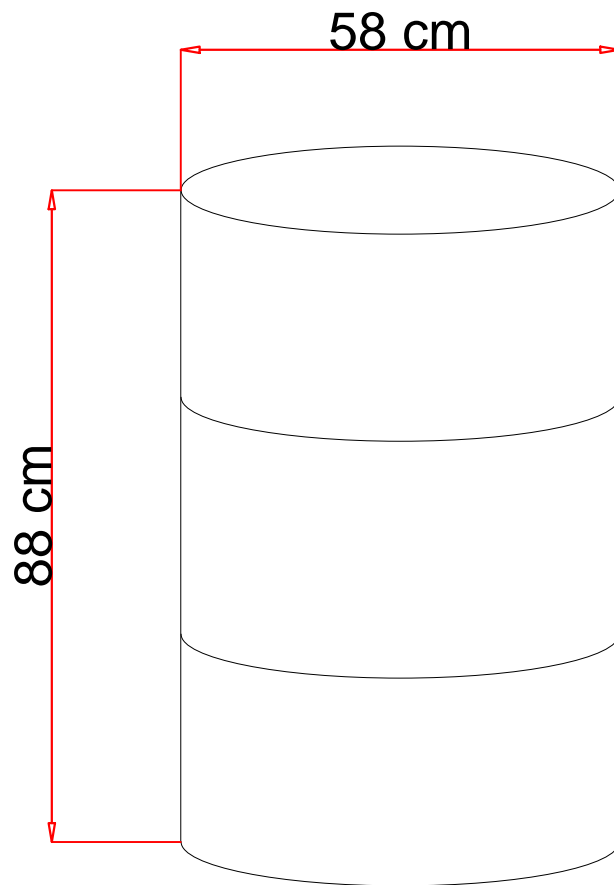
Modify/Show Overwrites	Display Details for Selected Item	Display Complete Details
<input type="button" value="Overwrites"/>	<input type="button" value="Details"/>	<input type="button" value="Tabular Data"/>

Strength Deflection

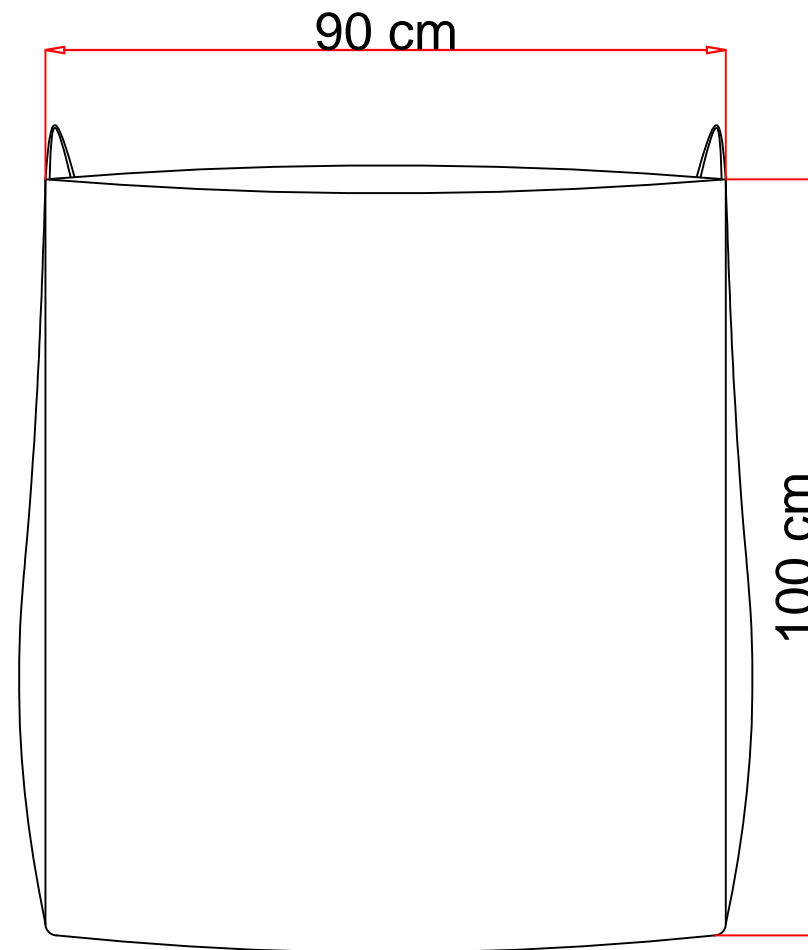
Stylesheet: Default

Gambar J.4 Rasio Interaksi P-M pada Struktur TPS LB3 (Rasio = 0,214 < 1, OK)

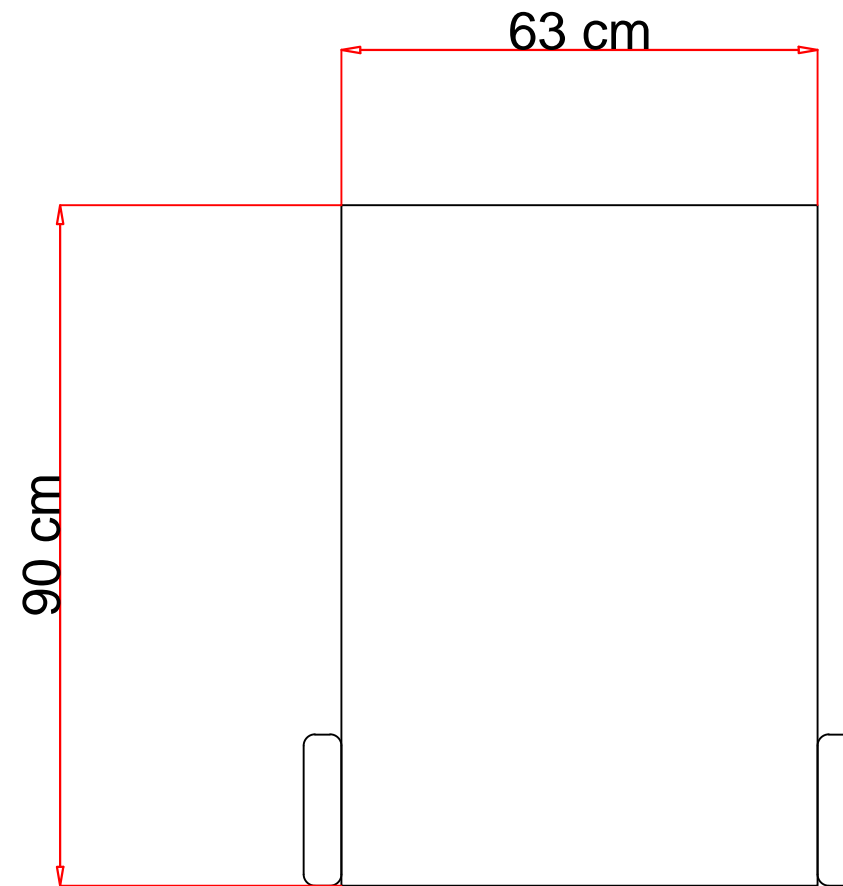
LAMPIRAN K
Gambar Teknik



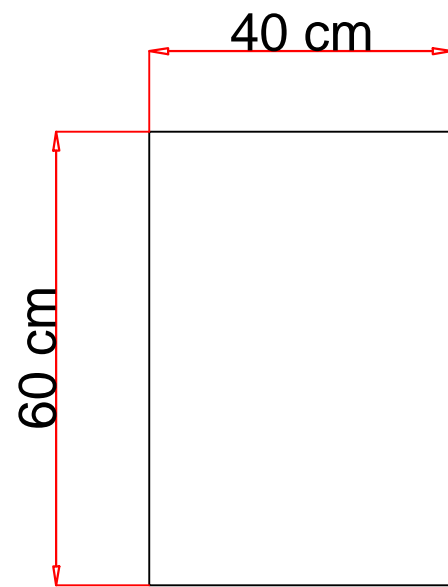
JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR			
Perencanaan TPS Limbah B3 di PT INKA (Persero) Kota Madiun	AYU INDAH PUSPITASARI NRP 03211840000086	Desain Kemasan Drum Besi Limbah B3 Cair			
 <p>DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER 2022</p>	NAMA DOSEN PEMBIMBING	SKALA GAMBAR	1 : 10	NOMOR GAMBAR	01
	I D A WARMADewanthi, S.T., M.T., Ph.D. NIP. 19750212 199903 2 001				



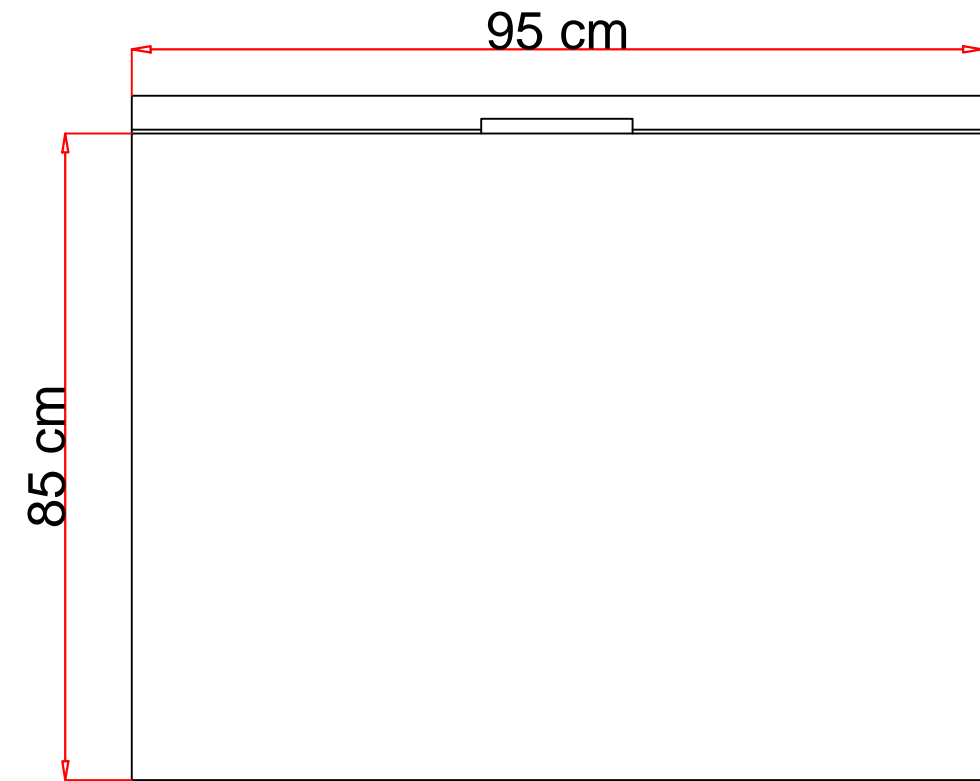
JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR			
Perencanaan TPS Limbah B3 di PT INKA (Persero) Kota Madiun	AYU INDAH PUSPITASARI NRP 03211840000086	Desain Kemasan <i>Jumbo Bag</i>			
 <p>DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER 2022</p>	NAMA DOSEN PEMBIMBING	SKALA GAMBAR	1 : 10	NOMOR GAMBAR	02
	I D A A WARMADEWANTHI, S.T., M.T., Ph.D. NIP. 19750212 199903 2 001				



JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR			
Perencanaan TPS Limbah B3 di PT INKA (Persero) Kota Madiun	AYU INDAH PUSPITASARI NRP 03211840000086	Desain Kemasan Tong Sampah Plastik			
 <p>DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER 2022</p>	NAMA DOSEN PEMBIMBING	SKALA GAMBAR	1 : 10	NOMOR GAMBAR	03
	I D A A WARMADEWANTHI, S.T., M.T., Ph.D. NIP. 19750212 199903 2 001				

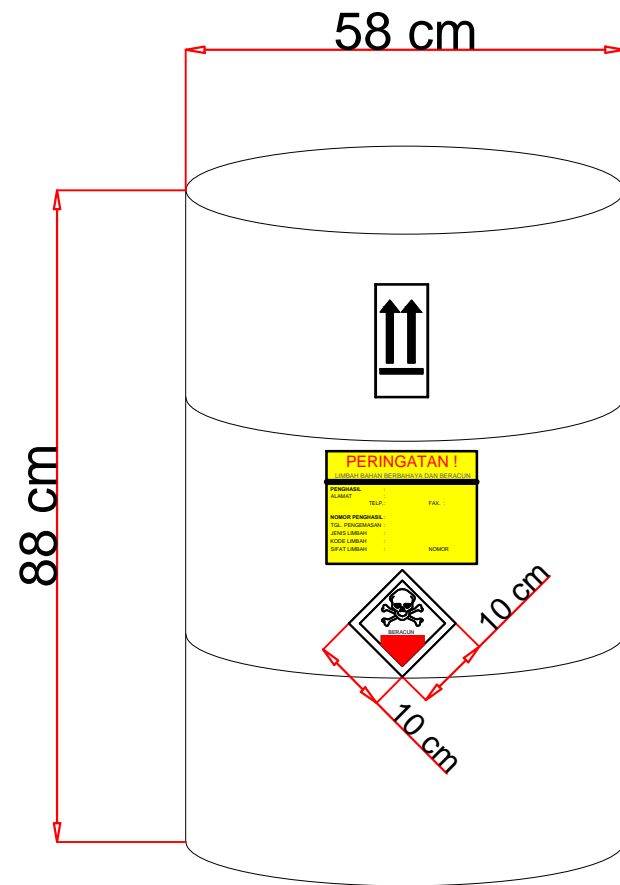


Tong Plastik Kuning

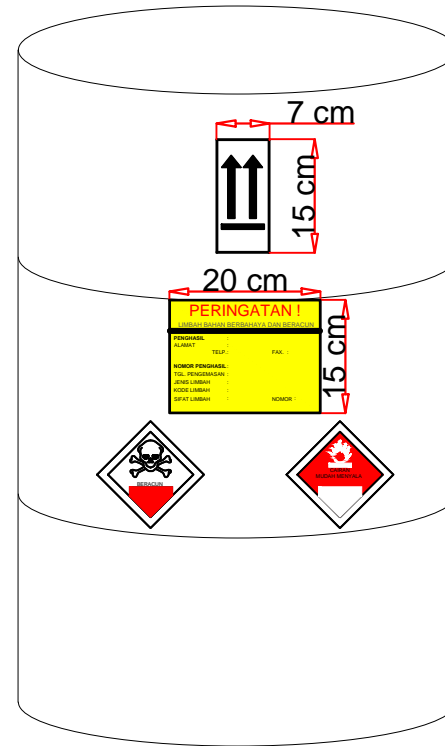


Refrigerator

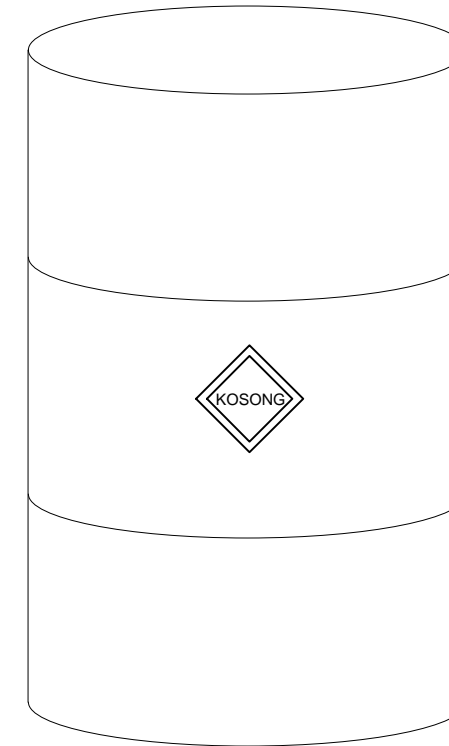
JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR			
Perencanaan TPS Limbah B3 di PT INKA (Persero) Kota Madiun	AYU INDAH PUSPITASARI NRP 03211840000086	Desain Kemasan Tong Plastik Kuning dan Refrigerator			
 <p>DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER 2022</p>	NAMA DOSEN PEMBIMBING	SKALA GAMBAR	1 : 10	NOMOR GAMBAR	04
	I D A A WARMADEWANTHI, S.T., M.T., Ph.D. NIP. 19750212 199903 2 001				




Kemasan Berisi 1 Karakteristik

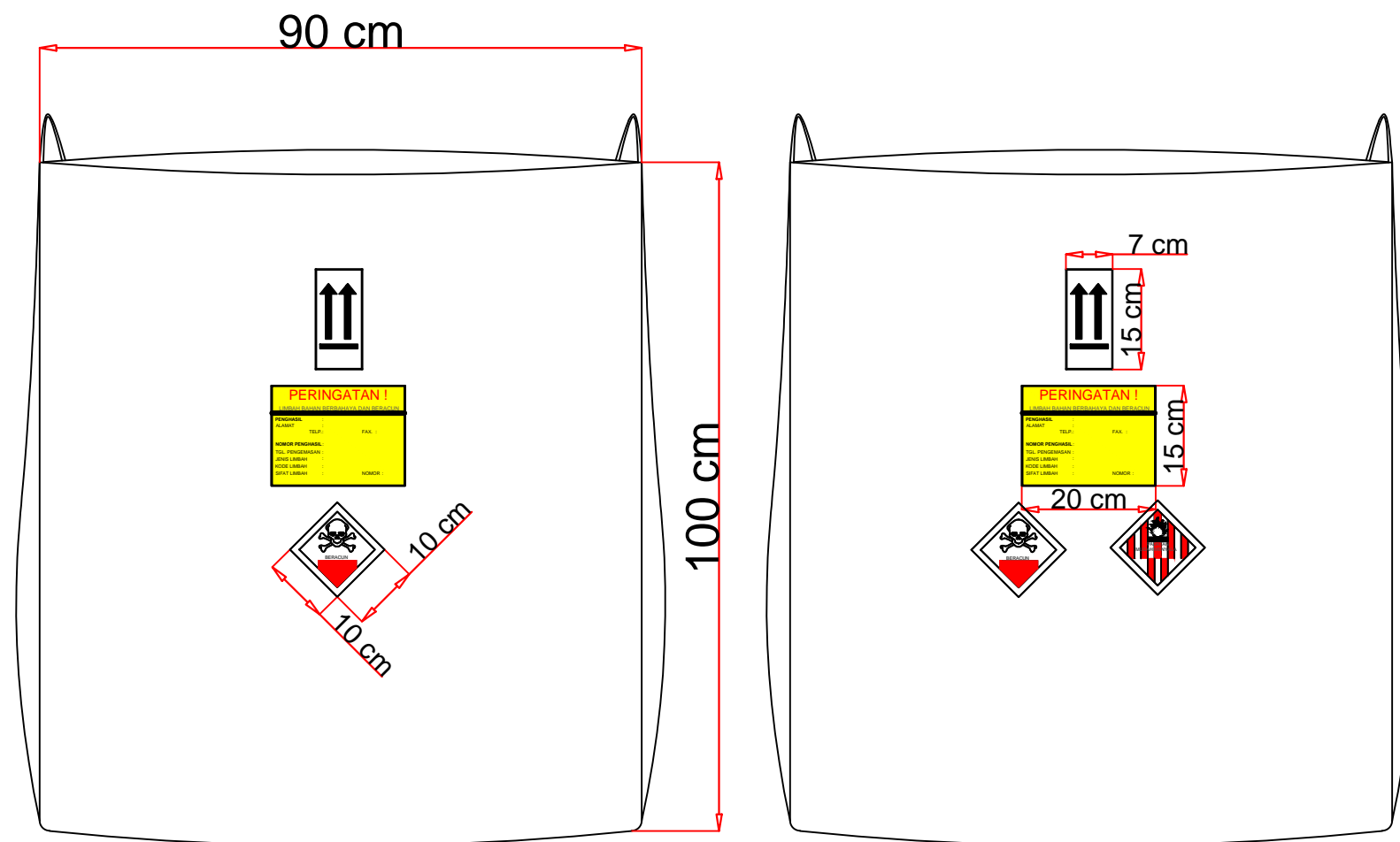


Kemasan Berisi 2 karakteristik



Kemasan Kosong

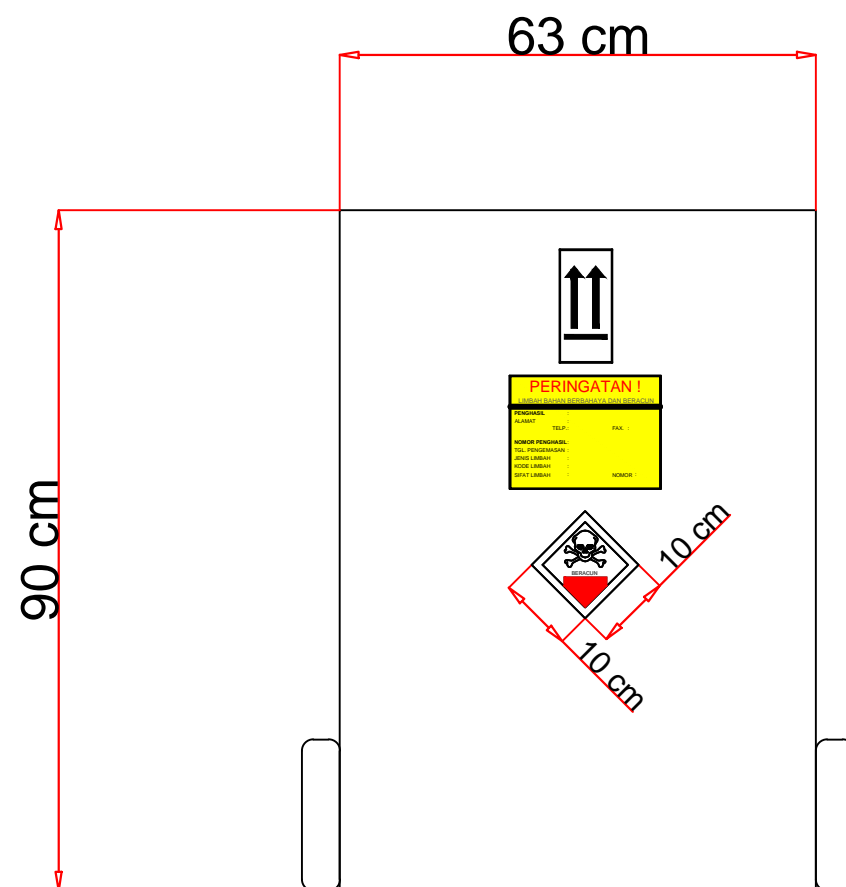
JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR			
Perencanaan TPS Limbah B3 di PT INKA (Persero) Kota Madiun	AYU INDAH PUSPITASARI NRP 0321184000086	Peletakan Simbol dan Label Drum Besi Limbah B3 Cair			
 <p>DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER 2022</p>	<p>NAMA DOSEN PEMBIMBING</p> <p>I D A WARMADewanthi, S.T., M.T., Ph.D. NIP. 19750212 199903 2 001</p>	<p>SKALA GAMBAR</p>	<p>1 : 10</p>	<p>NOMOR GAMBAR</p>	<p>05</p>



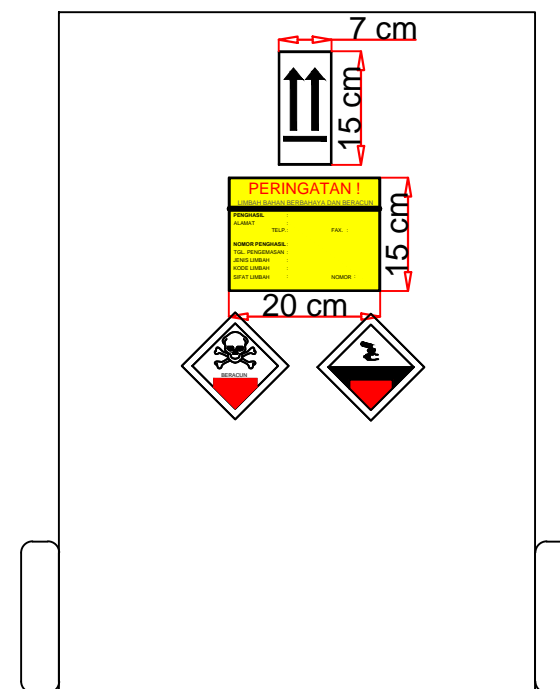
Kemasan Berisi 1 karakteristik

Kemasan Berisi 2 karakteristik

JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR			
Perencanaan TPS Limbah B3 di PT INKA (Persero) Kota Madiun	AYU INDAH PUSPITASARI NRP 03211840000086	Peletakan Simbol dan Label <i>Jumbo Bag</i>			
 <p>DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER 2022</p>	NAMA DOSEN PEMBIMBING	SKALA GAMBAR	1 : 10	NOMOR GAMBAR	06
	I D A WARMADEWANTHI, S.T., M.T., Ph.D. NIP. 19750212 199903 2 001				

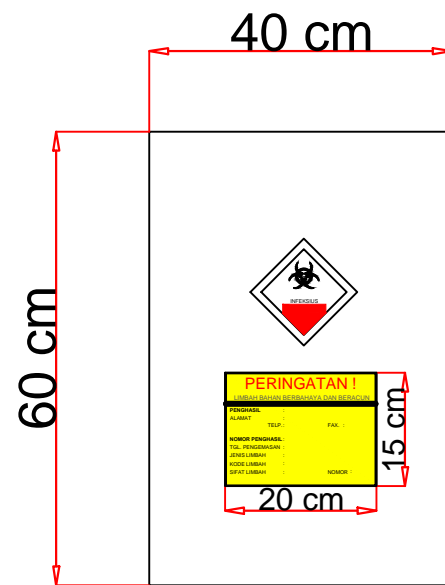


Kemasan Berisi 1 karakteristik

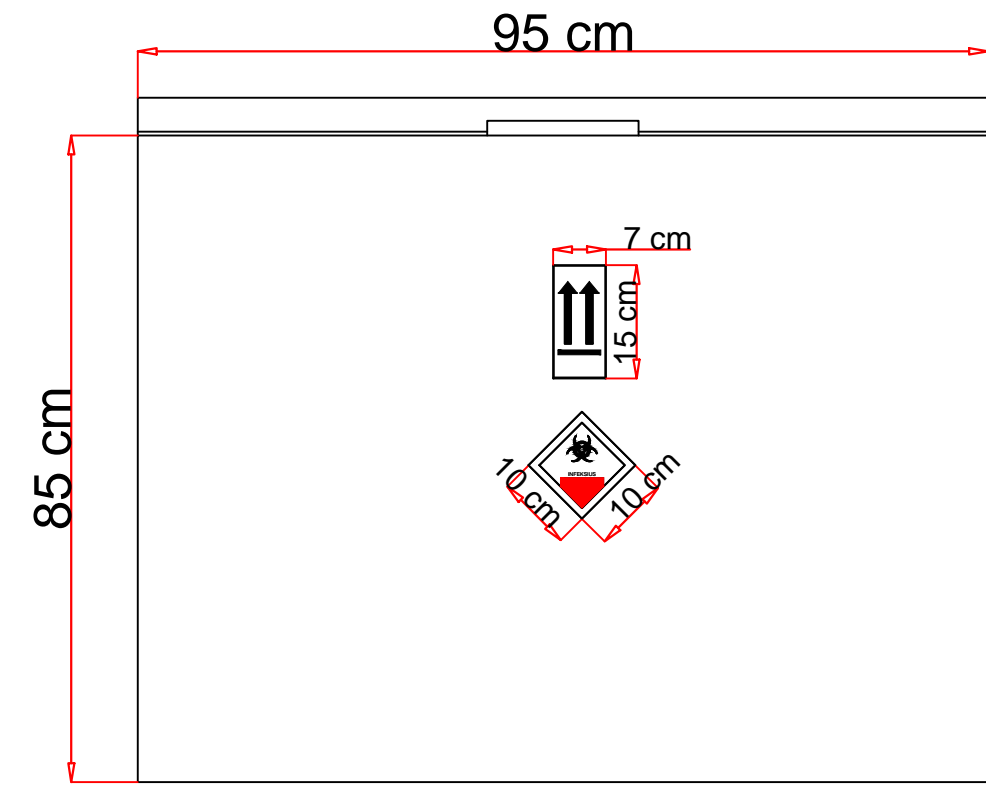


Kemasan Berisi 2 karakteristik


JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR			
Perencanaan TPS Limbah B3 di PT INKA (Persero) Kota Madiun	AYU INDAH PUSPITASARI NRP 03211840000086	Peletakan Simbol dan Label Tong Sampah Plastik			
 <p>DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER 2022</p>	NAMA DOSEN PEMBIMBING	SKALA GAMBAR	1 : 10	NOMOR GAMBAR	07
	I D A WARMADEWANTHI, S.T., M.T., Ph.D. NIP. 19750212 199903 2 001				

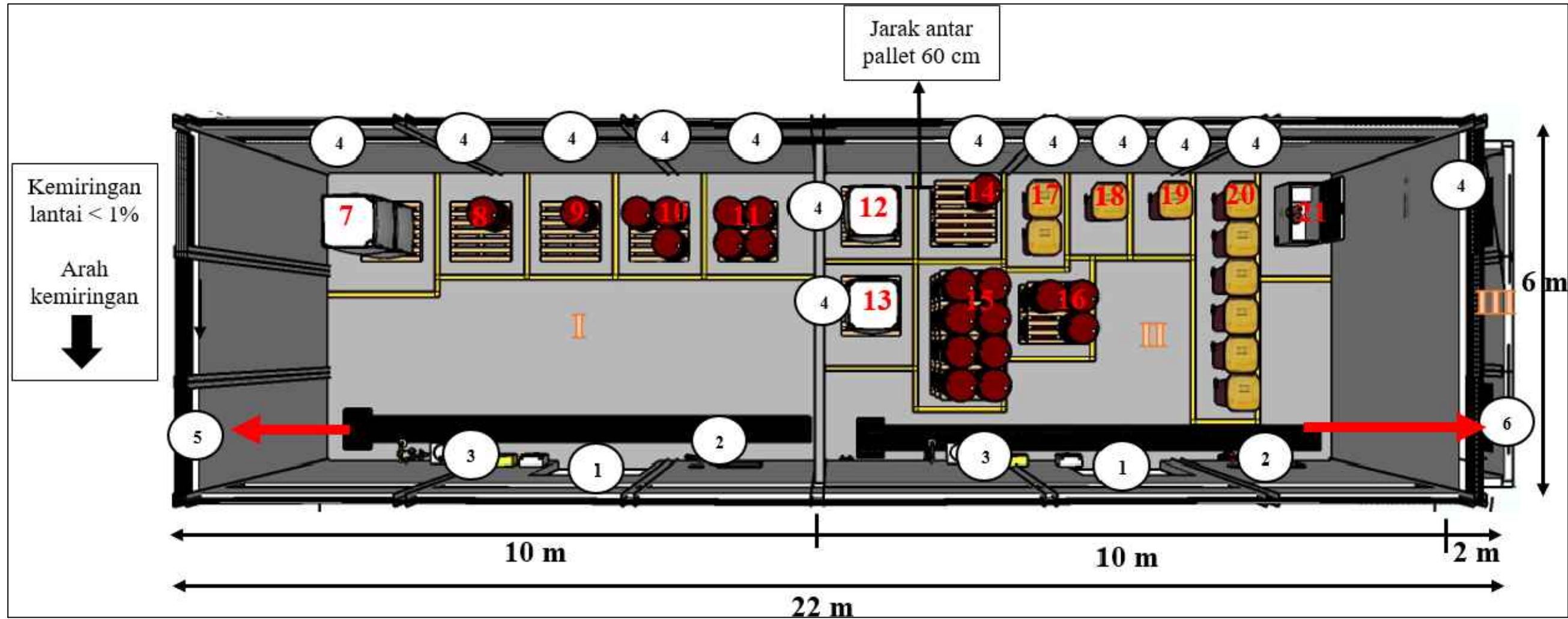


Tong Plastik Kuning

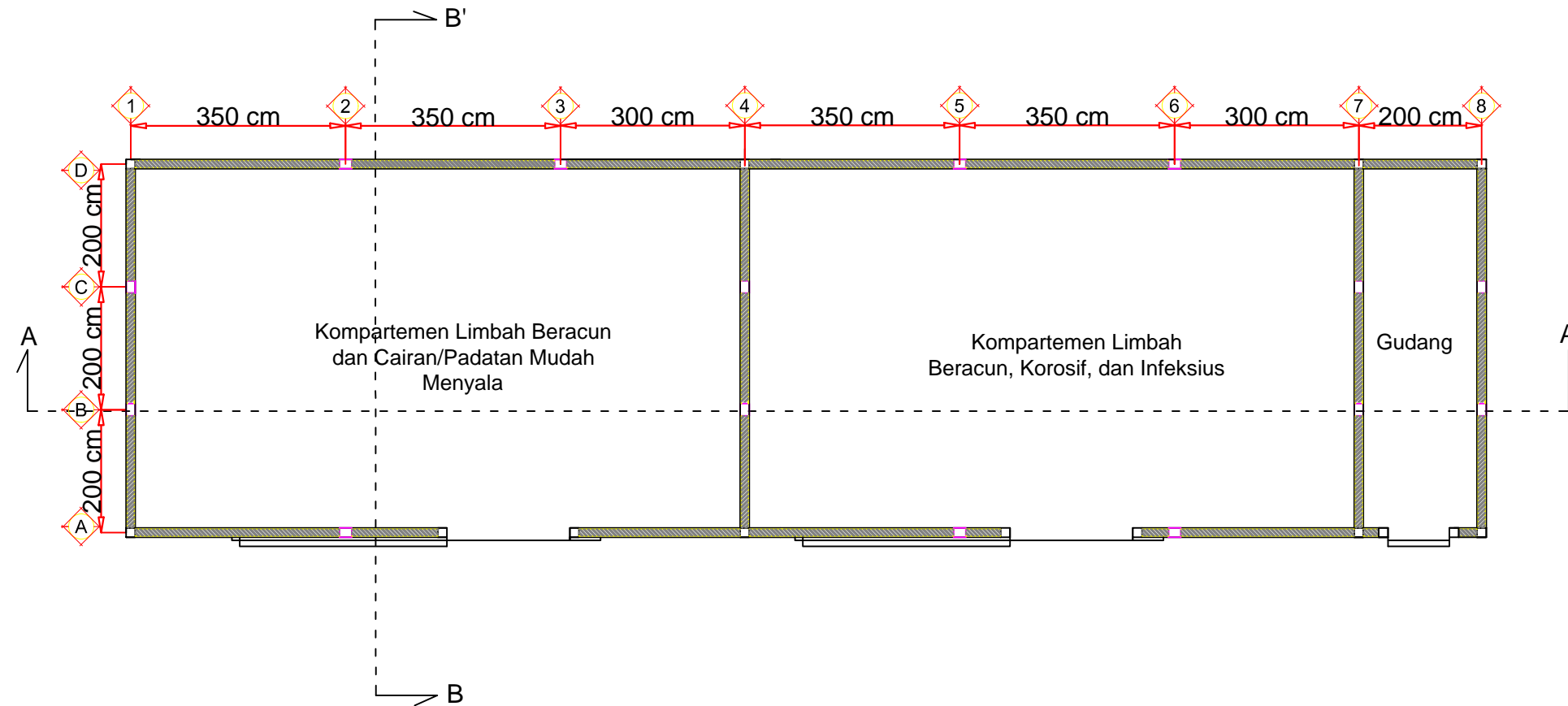


Refrigerator


JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR			
Perencanaan TPS Limbah B3 di PT INKA (Persero) Kota Madiun	AYU INDAH PUSPITASARI NRP 0321184000086	Peletakan Simbol dan Label Tong Plastik Kuning dan Refrigerator			
 DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER 2022	NAMA DOSEN PEMBIMBING	SKALA GAMBAR	1 : 10	NOMOR GAMBAR	08
	I D A A WARMADEWANTHI, S.T., M.T., Ph.D. NIP. 19750212 199903 2 001				

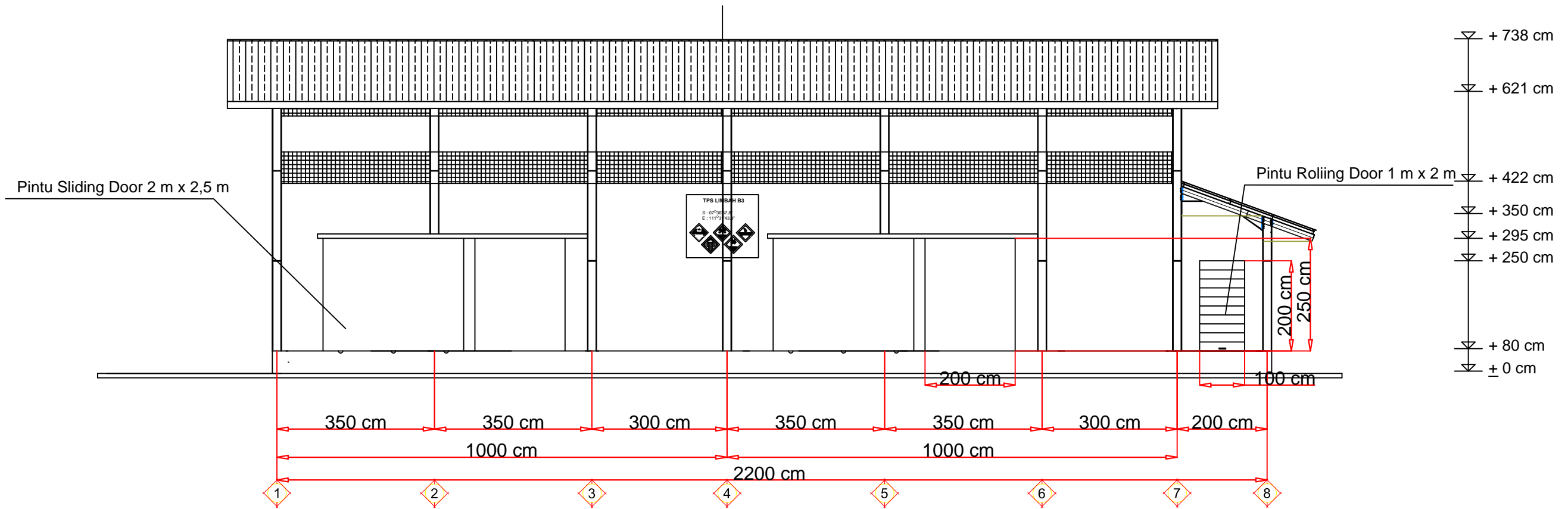


JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR				KETERANGAN:
Perencanaan TPS Limbah B3 di PT INKA (Persero) Kota Madiun	AYU INDAH PUSPITASARI NRP 03211840000086	Layout Penataan Limbah B3 Pada TPS Limbah B3				I. Limbah beracun, cairan/padatan mudah menyala II. Limbah beracun, korosif, dan infeksius III. Gudang penyimpanan 1. Pintu Masuk 2. Kotak APD, papan masuk keluar limbah B3 3. Safety Shower, Eyewash, Kotak P3K, dan Logbook 4. Simbol limbah B3 5. Bak Penampung 6. Saluran drainase
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER 2022	NAMA DOSEN PEMBIMBING	SKALA GAMBAR	NOMOR GAMBAR	09	7. Blok Majun Bekas Terkontaminasi 8. Blok Solar Bekas 9. Blok Thinner Bekas 10. Blok Bahan Kimia Kadaluarsa 11. Blok Cat Kadaluarsa 12. Blok Pasir Ex-Blasting 13. Blok Debu Ex-Blasting 14. Blok Lelehan Gas Cutting 15. Blok Oli Bekas 16. Blok Oli Pendingin Bekas 17. Blok Accu Bekas 18. Blok Cartridge 19. Blok Lampu TL Bekas 20. Blok Kemasan Bekas Terkontaminasi 21. Blok Limbah Medis	
	I D A WARMADEWANTHI, S.T., M.T., Ph.D. NIP. 19750212 199903 2 001	1 : 100				




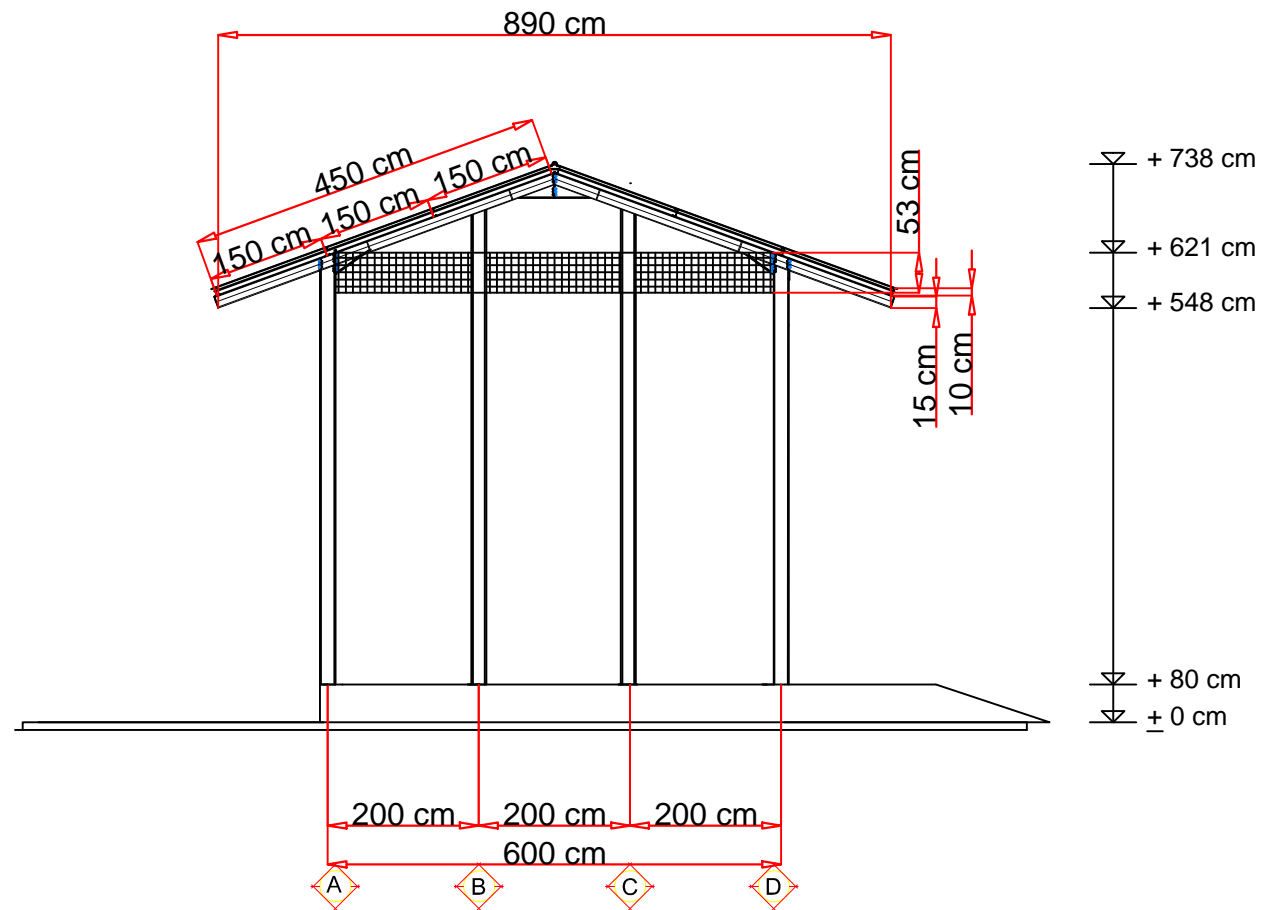
DENAH LAYOUT TPS LIMBAH B3
Skala 1 : 100

JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR			
Perencanaan TPS Limbah B3 di PT INKA (Persero) Kota Madiun	AYU INDAH PUSPITASARI NRP 03211840000086	Layout TPS Limbah B3			
 <p>DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER 2022</p>	NAMA DOSEN PEMBIMBING	SKALA GAMBAR	1 : 100	NOMOR GAMBAR	10
	I D A WARMADEWANTHI, S.T., M.T., Ph.D. NIP. 19750212 199903 2 001				




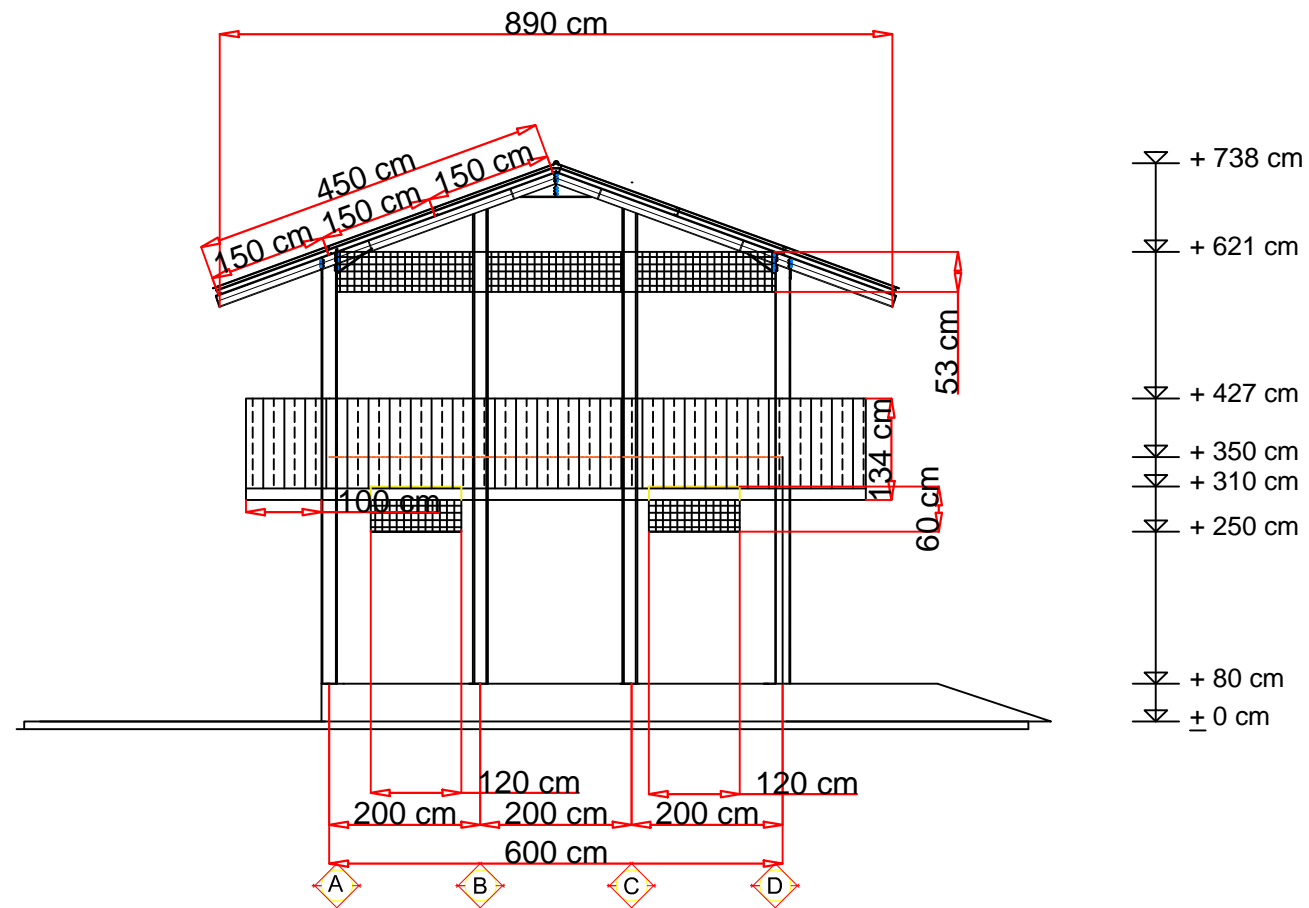
GAMBAR TAMPAK DEPAN
Skala 1 : 100

JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR			
Perencanaan TPS Limbah B3 di PT INKA (Persero) Kota Madiun	AYU INDAH PUSPITASARI NRP 03211840000086	Gambar Tampak Depan			
 DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER 2022	NAMA DOSEN PEMBIMBING	SKALA GAMBAR	NOMOR GAMBAR		
	I D A WARMADEWANTHI, S.T., M.T., Ph.D. NIP. 19750212 199903 2 001	1 : 100	11		




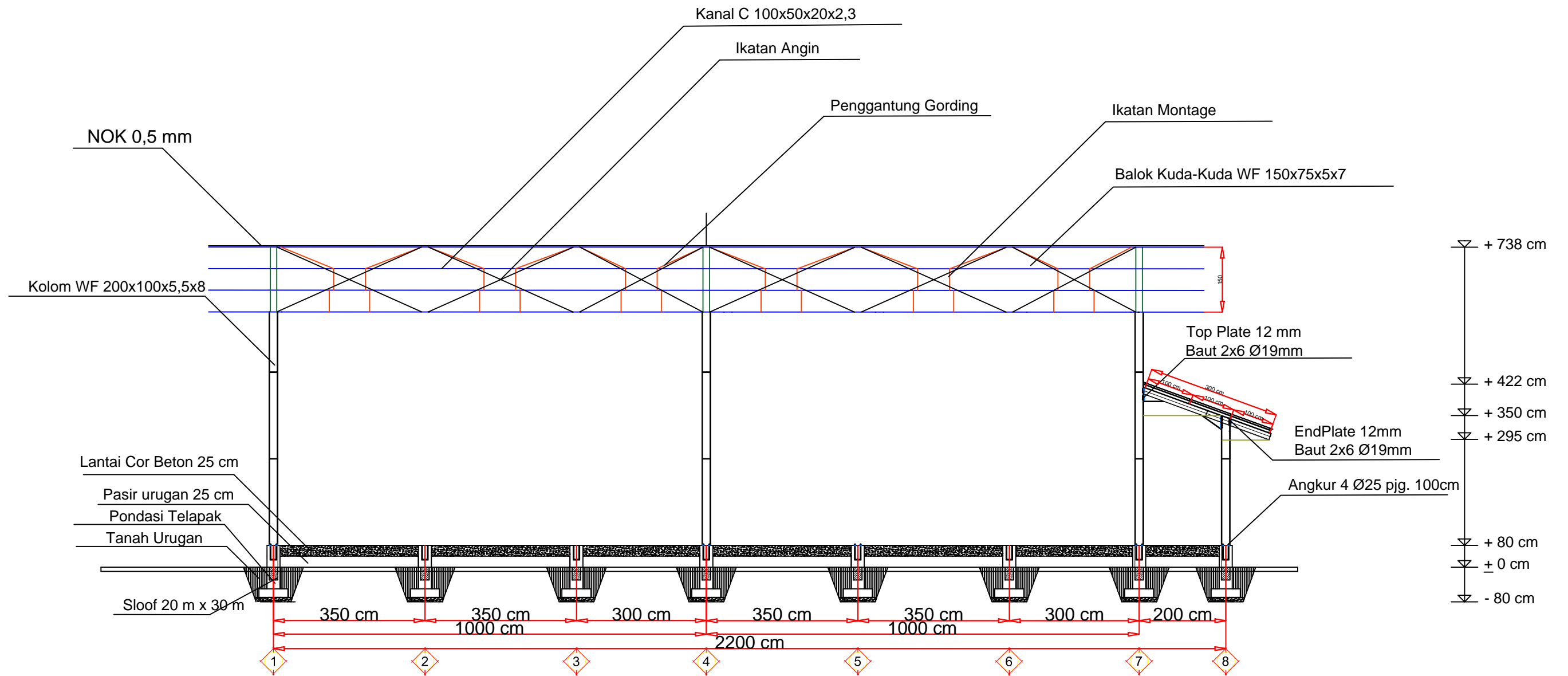
GAMBAR TAMPAK SAMPING KIRI
Skala 1 : 100

JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR			
Perencanaan TPS Limbah B3 di PT INKA (Persero) Kota Madiun	AYU INDAH PUSPITASARI NRP 0321184000086	Gambar Tampak Samping Kiri			
 DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER 2022	NAMA DOSEN PEMBIMBING	SKALA GAMBAR	1 : 100	NOMOR GAMBAR	12
	I D A A WARMADAWANTHI, S.T., M.T., Ph.D. NIP. 19750212 199903 2 001				



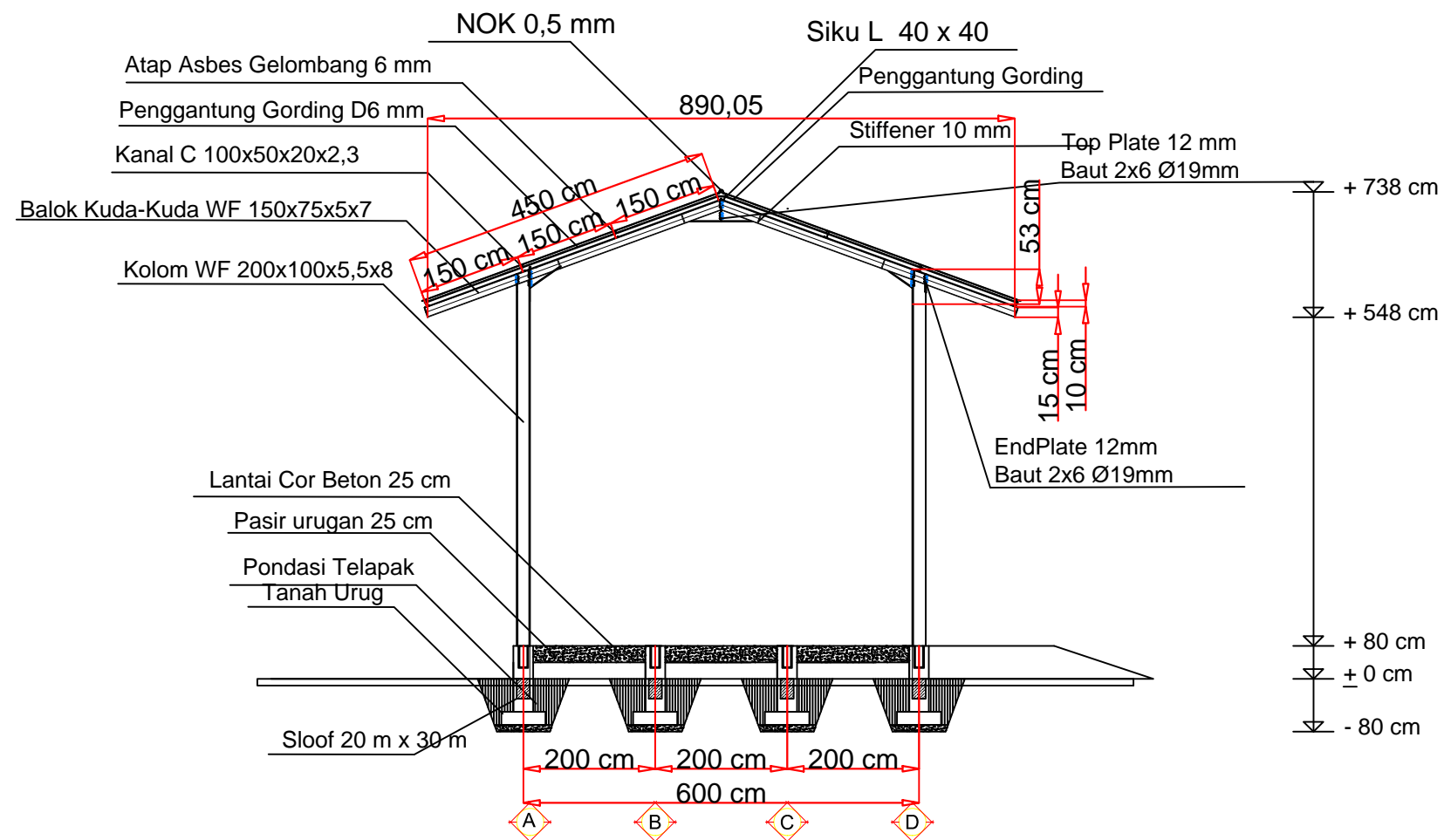
GAMBAR TAMPAK SAMPING KANAN
Skala 1 : 100

JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR			
Perencanaan TPS Limbah B3 di PT INKA (Persero) Kota Madiun	AYU INDAH PUSPITASARI NRP 0321184000086	Gambar Tampak Samping Kanan			
 DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER 2022	NAMA DOSEN PEMBIMBING	SKALA GAMBAR	1 : 100	NOMOR GAMBAR	13
	I D A WARMADEWANTHI, S.T., M.T., Ph.D. NIP. 19750212 199903 2 001				




GAMBAR POTONGAN A - A'
Skala 1 : 100

JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR			
Perencanaan TPS Limbah B3 di PT INKA (Persero) Kota Madiun	AYU INDAH PUSPITASARI NRP 03211840000086	Gambar Potongan A - A'			
 DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER 2022	NAMA DOSEN PEMBIMBING	SKALA GAMBAR	NOMOR GAMBAR		
	I D A A WARMADEWANTHI, S.T., M.T., Ph.D. NIP. 19750212 199903 2 001	1 : 100	14		



GAMBAR POTONGAN B - B'
Skala 1 : 100

JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA MAHASISWA	JUDUL GAMBAR			
Perencanaan TPS Limbah B3 di PT INKA (Persero) Kota Madiun	AYU INDAH PUSPITASARI NRP 03211840000086	Gambar Potongan B - B'			
 DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER 2022	NAMA DOSEN PEMBIMBING	SKALA GAMBAR	1 : 100	NOMOR GAMBAR	15
	I D A WARMADewanthi, S.T., M.T., Ph.D. NIP. 19750212 199903 2 001				



Penulis dilahirkan di Madiun, 12 Februari 1999. Penulis merupakan anak pertama dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Kartika Madiun (2004-2005), SDN 01 Taman Madiun (2005-2011), SMPN 4 Madiun (2011-2014), dan SMAN 1 Madiun (2014-2017). Setelah lulus SMAN tahun 2017, penulis mengikuti SMITS ITS dan diterima di Departemen Statistika Bisnis FV – ITS pada tahun 2017 dan terdaftar dengan NRP 10611700000109. Setelah 1 tahun berlalu, penulis mengikuti SBMPTN dan diterima di Departemen Teknik Lingkungan FTSPK - ITS tahun 2018 dan terdaftar dengan NRP 03211840000086. Penulis meninggalkan Departemen Statistika Bisnis karena memilih pada Departemen Teknik lingkungan.

Penulis aktif di berbagai organisasi, antara lain sebagai Staff Divisi Dalam Negeri (DAGRI) HMTL ITS 2019/2020, Staff Divisi Dalam Negeri (DAGRI) BIMITS ITS 2018/2019, Staff Divisi Dalam Negeri (DAGRI) BIMITS ITS 2019/2020, dan Staff Ahli Divisi Dalam Negeri (DAGRI) BIMITS ITS 2020/2021. Selain itu, penulis juga pernah menjadi panitia di beberapa acara HMTL ITS, ITS, dan diluar lingkup ITS. Penulis dapat dihubungi melalui email di ayuindah1299@gmail.com.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



UTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR

Periode: Genap 2021/2022

Kode/SKS : RE184804 (0/6/0)

No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-03
Formulir Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Rabu, 6 Juli 2022

Pukul : 11.45-13.00 WIB

Lokasi : TL-106

Judul : Perencanaan TPS Limbah B3 di PT INKA (Persero) Kota Madiun

Nama : Ayu Indah Puspitasari

NRP. : 03211840000086

Topik : Perencanaan

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
1	Perbaiki gambar skala ya.
2	Tambahkan waktu pengumpulan
3.	Perbaiki Esai dg komen saya. di buku. cara penulisan, tabel dsb

Formulir UTA-03 diserahkan kepada Dosen Pembimbing setelah sesi Seminar Kemajuan selesai.

Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-03 ke Sekretariat Program Sarjana

Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Penguji

Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing

Dosen Penguji Dr. Susi Agustina Wilujeng, S.T., M.T

Dosen Pembimbing IDAA Warmadewanthi, S.T., M.T., Ph.D

()
()



UTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR
Periode: Genap 2021/2022

Kode/SKS : RE184804 (0/6/0)
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-03
Formulir Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji
Ujian Tugas Akhir


Hari, tanggal : Rabu, 6 Juli 2022
Pukul : 11.45-13.00 WIB
Lokasi : TL-106
Judul : Perencanaan TPS Limbah B3 di PT INKA (Persero) Kota Madiun

Nama : Ayu Indah Puspitasari
NRP. : 03211840000086
Topik : Perencanaan

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
1.	Lampiran sudah diujuk?
2.	Barik & pirballi → skala,

Formulir UTA-03 diserahkan kepada Dosen Pembimbing setelah sesi Seminar Kemajuan selesai.
Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-03 ke Sekretariat Program Sarjana
Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat esistensi kepada Dosen Penguji
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing

Dosen Penguji Harmin Sulistyoning Titah, S.T., M.T., Ph.D.

()

Dosen Pembimbing IDAA Warmadewanthi, ST., MT., Ph.D

()



UTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR
Periode: Genap 2021/2022

Kode/SKS : RE184804 (0/6/0)
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-03
Formulir Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Rabu, 6 Juli 2022
Pukul : 11.45-13.00 WIB
Lokasi : TL-106
Judul : Perencanaan TPS Limbah B3 di PT INKA (Persero) Kota Madiun

Nama : Ayu Indah Puspitasari
NRP. : 03211840000086
Topik : Perencanaan

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
1.	Diperiksa kembali kesalahan penempatan.
2.	Perbaiki skala pada gambar.

Formulir UTA-03 diserahkan kepada Dosen Pembimbing setelah sesi Seminar Kemajuan selesai.
Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-03 ke Sekretariat Program Sarjana
Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Penguji
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing

Dosen Penguji Deqi Rizkivia Radita, S.T., M.S.

()










Dosen Pembimbing IDAA Warmadewanthi, S.T., M.T., Ph.D

()



KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Ayu Indah Puspitasari
NRP : 0321184000086
Judul : *Perencanaan TPS Limbah B3 di PT INKA (Persero) Kota Madiun*

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
1	20 Januari 2022	Asistensi pertama membahas topik Proposal TA	
2	24 Januari 2022	Asistensi Proposal TA dan Power Point sebelum seminar proposal	
3	12 Maret 2022	Asistensi hasil observasi lapangan (redesain kemasan, bangunan)	
4	07 April 2022		
5	22 Mei 2022	Asistensi hasil TPS limbah B3, limbah B3, penyimpanan, dan operasional limbah B3	
6	07 Juni 2022	Asistensi Power Point untuk seminar kemajuan	
7	20 Juni 2022	Asistensi revisi draft laporan setelah seminar kemajuan sesuai dengan saran dosen pembimbing dan pengarah	
8	24 Juni 2022	Asistensi penulisan dan konten untuk final buku tugas akhir	
		Asistensi final untuk pendaftaran sidang akhir	

Surabaya, 25 Juni 2022
Dosen Pembimbing



I D A A Warmadewanthi, S.T., M.T., Ph.D.