

Pembuatan Desain Layout Tempat Penampungan Sementara Limbah B3 pada *Teaching Factory Manufacturing of Electronics*

Adhitomo Wirawan¹, Aulia Fajrin^{1,*}, Riri Zelmianti¹, Seto Sulaksono Adi Wibowo¹, Fandy Bestario Harlan¹, Sugeng Riadi¹, Cantika Yosdianti Kastella¹, Nyimas Masnalina¹, Regita Natasya¹, Ade Rizky Ismiraj Saragih¹

¹Politeknik Negeri Batam, Batam Centre, Jl. Ahmad Yani, Tlk. Tering, Kec. Batam Kota, Kota Batam, Kepulauan Riau, 29461, Indonesia

* Correspondence author: auliafajrin@polibatam.ac.id ; Tel.: +6281389431540

Received: 26 January 2023; Accepted: 14 February 2023; Published: 31 March 2023

Abstract

Teaching Factory Manufacturing Electronics (TFME) Batam State Polytechnic is a support service unit that implements a combination of educational concepts and the needs of the manufacturing industry, especially in the field of electronics manufacturing. The commercial products produced include Integrated Circuit (IC) Packaging and 6-layer Printed Circuit Board (PCB). Due to the increase in production activities originating from requests for the needs of the electronics manufacturing industry to TFME, a place for collecting and storing B3 (Toxic and Hazardous Materials) waste is needed as a result of these production activities. The design of the shelter and temporary storage of B3 waste in this study uses Sketchup and AutoCad software. The research data used primary data in the form of dimensions, direct observation of research objects and interviews as well as secondary data in the form of data on chemicals and B3 waste produced at TFME. Because the quantity of B3 waste produced is less than 50 (fifty) kilograms per day, for B3 waste category 1 of general specific sources (waste that has an acute and direct impact on humans) has a maximum storage time of 180 days from the time the B3 waste is produced. in the design of the B3 waste shelter and temporary storage, Allowance Handling Equipment is produced which is 1.25 meters with a transport capacity of 3 tons, the need for a storage tank is 129 liters, the number of lights needed is 29 40-Watt LED TL lamps, the APAR needed is 5 types of flour (Dry Chemical Powder) APAR and 18 smoke detectors required.

Keywords: *Teaching Factory, Temporary Shelter, B3 Waste*

Abstrak

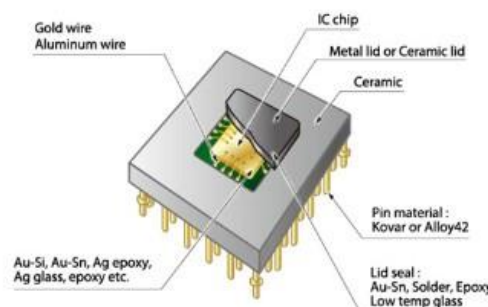
*Teaching Factory Manufacturing Electronics (TFME) Politeknik Negeri Batam merupakan unit layanan pendukung yang menerapkan penggabungan konsep pendidikan dan kebutuhan industri manufaktur khususnya bidang manufaktur elektronik. Produk komersial yang dihasilkan diantaranya yaitu *Integrated Circuit (IC) Packaging* dan *Printed Circuit Board (PCB) 6 layer*. Karena peningkatan kegiatan produksi yang berasal dari permintaan kebutuhan industri manufaktur elektronik kepada TFME, maka dibutuhkan tempat penampungan dan penyimpanan limbah B3 (Bahan Beracun dan Berbahaya) sebagai salah satu hasil dari kegiatan produksi tersebut. Desain tempat penampungan dan penyimpanan sementara limbah B3 di penelitian ini menggunakan *software* Sketchup dan AutoCad. Data penelitian ini menggunakan data primer berupa ukuran dimensi, observasi objek penelitian secara langsung dan wawancara serta data sekunder berupa data bahan kimia dan limbah B3 yang dihasilkan di TFME. Dikarenakan kuantitas limbah B3 yang dihasilkan kurang dari 50 (lima puluh) kilogram*

per hari, untuk limbah B3 kategori 1 sumber spesifik umum (limbah yang memiliki dampak akut dan langsung terhadap manusia) memiliki waktu penyimpanan maksimum adalah 180 hari sejak limbah B3 dihasilkan. pada desain tempat penampungan dan penyimpanan sementara limbah B3 dihasilkan *Allowance Handling Equipment* yang adalah 1,25 meter dengan kapasitas pengangkutan sebesar 3 ton, kebutuhan bak penampung sebesar 129 liter, jumlah penerangan yang dibutuhkan adalah 29 buah lampu TL LED 40 Watt, APAR yang dibutuhkan adalah jenis tepung (Dry Chemical Powder) berjumlah 5 APAR dan detektor asap yang dibutuhkan berjumlah 18 detektor.

Kata kunci: Pabrik Pembelajaran, Tempat Penampungan Sementara, Limbah B3

1. Pendahuluan

Teaching Factory Manufacturing Electronics (TFME) Politeknik Negeri Batam merupakan unit layanan pendukung yang menerapkan penggabungan konsep pendidikan dan kebutuhan industri manufaktur khususnya bidang manufaktur elektronik (1). TFME adalah salah satu bentuk hilirisasi produk perguruan tinggi yang dimanfaatkan oleh industri dan masyarakat, Adapun beberapa produk komersial dihasilkan diantaranya yaitu *Integrated Circuit (IC) Packaging* dan *Printed Circuit Board (PCB) 6 layer*.



Gambar 1 Contoh *Integrated Circuit Packaging (2)*

IC atau suatu rangkaian terpadu adalah sebuah kristal silicon kecil yang disebut *chip* mengandung komponen elektronika seperti transistor, diode, resistor dan kapasitor (3). Detail bahan penyusun dari IC dijelaskan pada Gambar 1. Sementara itu, *Printed Circuit Board* adalah *circuit* atau jalur rangkaian elektronik yang memiliki konduktivitas dari bahan konduktor, sebuah papan sirkuit yang berguna untuk penghubung antar komponen elektronik (4). Penggunaan PCB sangat luas dalam sebuah elektronik, akan tetapi pembuatan sebuah PCB menggunakan beberapa bahan kimia yang tidak ramah lingkungan dan menghasilkan limbah B3.



Gambar 2 Contoh *Printed Circuit Board* (5)

Adapun pada Tabel 1 dijelaskan komponen bahan kimia yang dibutuhkan dalam produksi *IC Packaging* dan PCB yang berpotensi menjadi limbah B3.

Tabel 1 Bahan Penyusun *IC Packaging* dan PCB

Produk	Bahan Kimia
<i>Integrated Circuit (IC) Packaging</i>	<i>Silicone, Gold Wire/Aluminium Wire, Ceramic, Epoxy, Au-Sn. (2)</i>
<i>Printed Circuit Board</i>	<i>Calcium Carbonat, Glass fiber cloth, Epoxy Resin, Polyester, Zinc Stearate, Polystyrene, Hydrochloric Acid (5)</i>

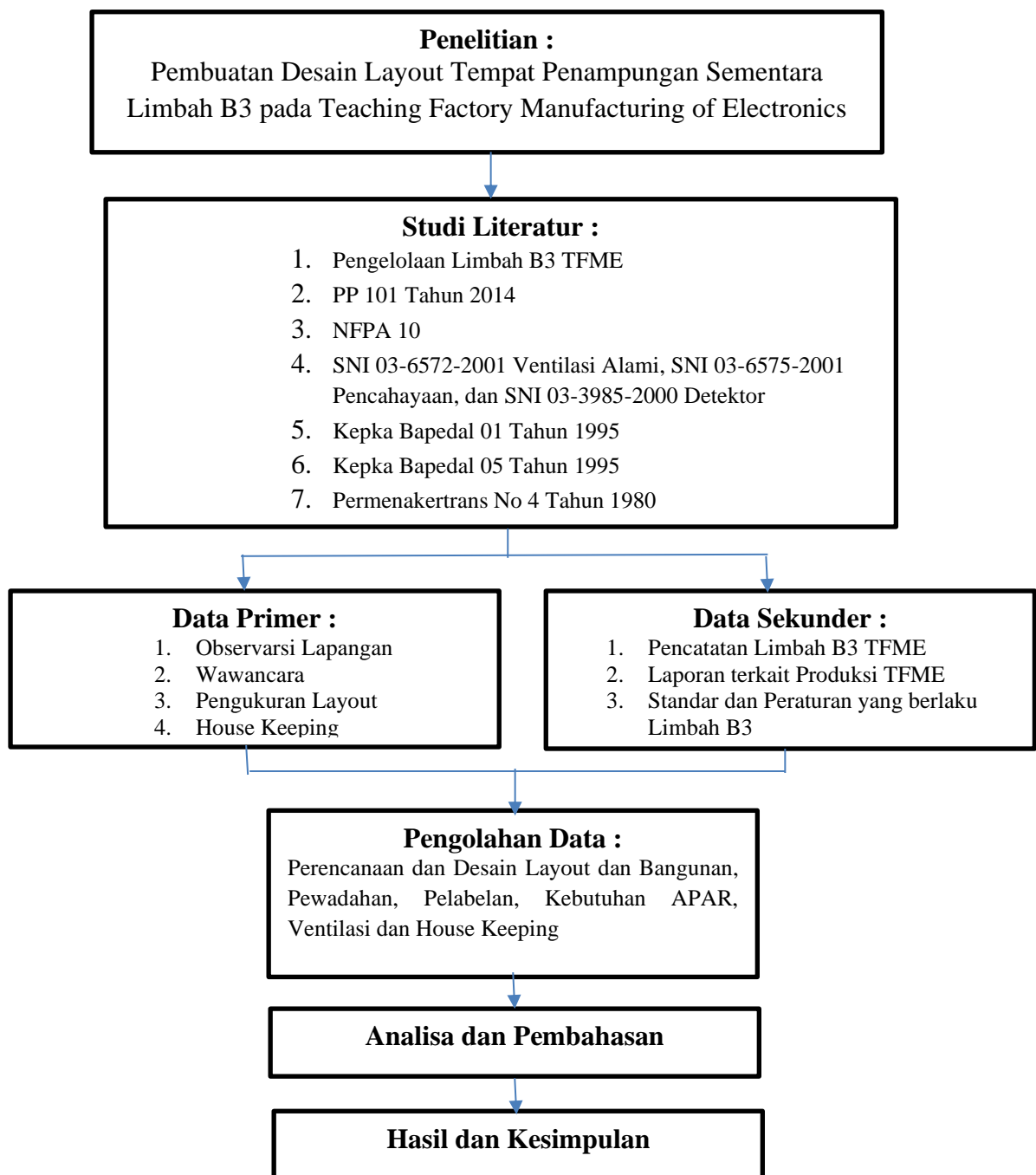
Dari Tabel 1 tersebut dapat diidentifikasi bahwasannya pembuatan kedua produk tersebut sebagian besar membutuhkan bahan kimia yang berpotensi besar penyumbang Limbah B3. Tidak hanya hal tersebut saja, melainkan proses pendukung produksi TFME berpotensi juga menghasilkan hasil limbah B3. Dari pemaparan kondisi produksi TFME yang sekarang, maka kebutuhan tempat penampungan dan penyimpanan Limbah B3 menjadi penting, dikarenakan terdapat peningkatan kegiatan produksi yang berasal dari permintaan kebutuhan industri manufaktur elektronik kepada TFME. Sehingga fungsi dari desain tempat penampungan dan penyimpanan sementara Limbah B3 ini menjadi alasan kuat untuk tindakan mitigasi dan pencegahan dalam risiko yang ditimbulkan oleh Limbah B3 yang dihasilkan, Serta sebagai solusi untuk pemenuhan peraturan lingkungan hidup yang dampak akhirnya adalah pengelolaan limbah B3 yang lebih baik lagi.

2. Metode

Dalam mendesain tempat penampungan dan penyimpanan sementara Limbah B3 di penelitian ini. Peneliti menggunakan *software* Sketchup dan AutoCad dalam proses desainnya. Adapun alur dan metode ini dijelaskan pada Gambar 3.

- Objek dan Sumber Data

Data penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan dalam penelitian ini adalah ukuran dimensi, observasi objek penelitian secara langsung dan wawancara. Sedangkan untuk data sekunder, peneliti mengambil data bahan kimia dan limbah B3 yang digunakan di Teaching Factory Manufacturing Electronics Politeknik Negeri Batam.



Gambar 3 Alur dan Metode Penelitian

- Metode dan Pengumpulan Data

Untuk mendapatkan data yang dibutuhkan, maka dilakukan pengumpulan data secara standar dan sistematis. Dalam penelitian ini terbagi menjadi 2 jenis data yaitu :

a. Data Primer

Data primer dalam penelitian ini didapatkan dari observasi dan wawancara pengelola operasi TFME. Pengumpulan data primer terdiri dari penentuan area operasi TFME, dimana area operasi ini sebagai pusat kegiatan operasi TFME yang menghasilkan limbah B3.

b. Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder dilakukan dengan mengumpulkan data yang berkaitan dengan penelitian ini Data tersebut didapatkan dari TFME Polibatam yang mendukung penelitian ini, diantaranya yaitu profil TFME, alur produksi TFME, Standar yang sudah berlaku untuk pengumpulan Limbah B3. Peneliti juga membandingkan acuan standar yang berlaku untuk perancangan penampungan limbah B3 sementara, diantaranya yaitu dijelaskan pada Tabel 2.

Tabel 2. Parameter Desain Bangunan

Kriteria	Standar atau Peraturan Acuan
Persyaratan Standar Perencanaan Sistem Detektor	SNI 03-3985-2000, Standar mengenai penentuan jenis, jumlah dan penempatan detektor pada desain bangunan yang direncanakan
Persyaratan Standar Perencanaan Alat Pemadam Api Ringan (APAR)	Permenakertrans RI No 4 Tahun 1980 mengenai penentuan jenis, jumlah dan penempatan APAR
Bak Penampung Tumpahan/Ceceran Limbah	Kepka Bapedal No. 1 Tahun 1995
Jika bangunan berdampingan dengan gudang lain, maka harus dibuat dinding pemisah atau tembok pemisah tahan api, Dinding pemisah tersebut dapat berupa : - Tembok beton bertulang dengan tebal minimum 15 cm, - Tembok bata merah dengan tebal minimum 23 cm, - Blok (padat) tak bertulang dengan tebal min 30 cm	Kepka Bapedal No. 1 Tahun 1995
Struktur pada tembok penahan api dianjurkan agar digunakan tiang – tiang beton bertulang	Kepka Bapedal No. 1 Tahun 1995

Terlindung dari masuknya air hujan baik secara langsung maupun tidak langsung	Kepka Bapedal No. 1 Tahun 1995
Rangka pendukung atap terbuat dari bahan yang tidak mudah terbakar dan dibuat tanpa plafond dan memiliki sistem ventilasi udara yang memadai	Kepka Bapedal No. 1 Tahun 1995 SNI 03-6572-2001
Dilengkapi dengan sistem penangkal petir	Kepka Bapedal No. 1 Tahun 1995
Memiliki sistem penerangan (lampu / cahaya matahari) yang memadai untuk operasional penggudangan atau inspeksi rutin. Jika menggunakan lampu, maka lampu penerangan harus dipasang minimal 1 meter di atas kemasan dengan sakelar (stop contact) harus terpasang di sisi luar bangunan	Kepka Bapedal No. 1 Tahun 1995 SNI 03-6575-2001

- Metode Analisis Data

Penelitian ini menganalisis kebutuhan untuk *Allowance Handling Equipment*, bak penampung, jumlah ventilasi, penerangan, ventilasi, jumlah APAR, dan jumlah detektor berdasarkan peraturan dan standar yang berlaku. Adapun beberapa asumsi yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya yaitu ukuran dimensi. Kemudian, peneliti merancang desain Tempat Penampungan Sementara Limbah B3. Hasil wawancara juga menjadi acuan peneliti dalam perbaikan, tambahan dan rekomendasi untuk tindak lanjut dalam penelitian ini.

3. Hasil dan Pembahasan Penelitian

3.1. Hasil Wawancara

Dalam hasil wawancara yang dilakukan oleh *Supervisor* Produksi Operasi dan *Supervisor* Pengadaan didapatkan hasil yang ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Wawancara

Pertanyaan	Jawaban
Apakah terdapat SOP untuk pennyimpanan Limbah B3?	Belum ada
Apakah terdapat SOP pencatatan Limbah B3 yang dihasilkan?	Belum ada

Apakah <i>supplier</i> dari bahan kimia menyediakan Material Safety Data Sheet?	Tidak selalu
Apakah penyimpanan Limbah B3 terintegrasi untuk seluruh Polibatam?	Tidak, penyimpanan dilakukan masing-masing
Limbah B3 apa saja yang dihasilkan?	Limbah padat: PCB dan IC Limbah cair (kimia): asam sulfat, <i>cooper</i> sulfat, <i>ferric chloride</i> , <i>sodium hydroxide</i> , dan sebagainya
Limbah apa saja yang dihasilkan selain yang ada di TFME?	Bekas oli, <i>spare part</i> , hasil las, beberapa bahan kimia yang butuh diidentifikasi

Dari hasil wawancara tersebut didapatkan SOP dari TFME dalam penampungan dan penyimpanan Limbah B3 belum tersedia. Sementara terdapat kekurangan dalam tahapan penerimaan bahan kimia dari *supplier* beberapa tidak disertai *Material Safety Data Sheet* pada beberapa bahan kimia, sehingga temuan dari wawancara ini menguatkan peneliti dalam desain pembuatan penampungan sementara Limbah B3.

3.2. Hasil Limbah yang Dihasilkan TFME

Tabel 4. Hasil Limbah yang Dihasilkan TFME

Tahun	Limbah Cair	Limbah Padat
2020	800 Liter	15 kg
2021	840 Liter	18 kg
Bahan	asam sulfat, <i>cooper</i> sulfat, <i>ferric chloride</i> , <i>sodium hydroxide</i> , oli/pelumas, dan beberapa larutan tercampur	PCB dan IC

Tabel 5. Spesifikasi Limbah

Kode Limbah	Zat Pencemar	Kategori Berbahaya
B105d	Minyak pelumas bekas antara lain minyak pelumas bekas hidrolik, mesin, dsb	Sumber Tidak Spesifik/2

A329-5	Tembaga Sulfat (CuSO ₄), Larutan untuk <i>printed circuit</i>	Sumber Spesifik Umum/1
A329-5	<i>Ferric Chloride</i> (FeCl ₃) Larutan untuk <i>printed circuit</i>	Sumber Spesifik Umum/ 1
A329-5	<i>Sodium Hydroxide</i> , Larutan untuk <i>printed circuit</i>	Sumber Spesifik Umum /1
A328-1	<i>Mercury</i> Contactor/Switch	Sumber Spesifik Umum /1
A328-2	Lampu fluoresen (Hg)	Sumber Spesifik Umum /1
A328-4	Caustic strapping (photoresist)	Sumber Spesifik Umum /1
A328-5	Sludge proses produksi perakitan	Sumber Spesifik Umum /1
B328-1	Cathod Ray Tube (CRT)	Sumber Spesifik Umum /2
B328-2	Coated glass	Sumber Spesifik Umum /2
B328-3	Residu solder dan fluxnya	Sumber Spesifik Umum /2
B328-4	Printed circuit board (PCB)	Sumber Spesifik Umum /2
B328-5	Limbah kabel logam & insulasinya	Sumber Spesifik Umum /2

Berdasarkan Tabel 4, limbah yang dihasilkan TFME dari 2020 sampai dengan 2021 terjadi sedikit kenaikan, hal itu terjadi karena aktifitas di TFME yang meningkat. Sementara itu, pada Tabel 5, limbah B3 yang dihasilkan TFME termasuk manufaktur dan perakitan komponen dan peralatan elektronik (6).

3.3. Kebutuhan *Allowance Handling Equipment*

Di dalam gudang disarankan penggunaan *pallet* sebagai alas drum. *Pallet truck* berfungsi untuk mengangkat *pallet* dan drum. *Allowance* dimanfaatkan sebagai gang atau jalur pergerakan material *handling*. Nilai *allowance* didapat dari hasil perhitungan diagonal *pallet truck* berikut.

$$\text{Diagonal pallet truck} = \sqrt{\text{Panjang}^2 \cdot \text{Lebar}^2} \quad (7)$$

$$\text{Diagonal pallet truck} = \sqrt{\text{Panjang}^2 \cdot \text{Lebar}^2} \quad (1)$$

$$= \sqrt{(1,15)^2 + (0,5)^2}$$

$$= \sqrt{1,32 + 0,25}$$

$$= \sqrt{1,57}$$

$$= 1,25 \text{ m}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka *allowance* yang dibutuhkan di dalam tempat penyimpanan sementara seluas 1,25 meter dengan kapasitas pengangkutan sebesar 3 ton.

3.4. Kebutuhan Bak Penampung

Menurut Keputusan Kepala Bapedal Nomor 1 Tahun 1995, bahwa penanganan tumpahan pada bak penampung disarankan mempunyai volume 110% dari kemasan terbesar. Sehingga, apabila kemasan terbesar di gudang merupakan drum, maka dapat dihasilkan perhitungan seperti di bawah ini:

$$\text{Volume bak penampung} = \text{Volume drum} \times 110\% \quad (8)$$

$$\text{Volume bak penampung} = \text{Volume drum} \times 110\% \quad (2)$$

$$= 117 \text{ Liter} \cdot 110\%$$

$$= 128,7 \text{ Liter} \approx 129 \text{ Liter}$$

3.5 Kebutuhan Penerangan

Sistem penerangan yang digunakan adalah lampu yang dipasang minimal 1 meter di atas kemasan. Sakelar terpasang di sisi luar bangunan sesuai dengan Kepka Bapedal No. 1 Tahun 1995. Berdasarkan SNI 03-6575-2001 tingkat pencahayaan gudang adalah 100 lux (9) . Lampu yang digunakan adalah TL LED 40 Watt. Kebutuhan penerangan tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$N = \frac{E \times L \times W}{\phi \times LLF \times Cu \times n} \quad (9)$$

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

Dimana:

E = kuat lampu penerangan (lux), gudang standar 100 lux

L = panjang (Length) ruangan dalam meter

W = lebar (width) ruangan dalam meter

Ø = Total nilai pencahayaan lampu dalam LUMEN

LLF = (*Light Loss Factor*) atau faktor kehilangan atau kerugian cahaya, nilainya antara 0,7–0,8

Cu = *Coeffesien of Utilization*

n = Jumlah lampu dalam 1 titik

Berikut perhitungan data kebutuhan penerangan (9):

E = 100 lux

L = 25 m

W = 12 m

Ø = 40Watt x 75 Lumen = 3000 Lumen

LLF = 0.7

Cu = 0.5

n = 1

maka,

$$N = \frac{E \times L \times W}{\text{Ø} \times \text{LLF} \times \text{Cu} \times n}$$

$$= \frac{100 \text{ Lux} \times 25 \text{ m} \times 12 \text{ m}}{3000 \text{ Lumen} \times 0.7 \times 0.5 \times 1}$$

$$= \frac{30.000}{1050}$$

$$= 28,57 \approx 29 \text{ unit}$$

Jumlah penerangan yang dibutuhkan gudang B3 adalah 29 buah lampu TL LED 40 Watt.

3.6 Kebutuhan Ventilasi

Penentuan luas ventilasi berdasarkan SNI 03-6572-2001, perancangan TPS merupakan bangunan kelas 7 (gudang) di mana pada jendela, bukaan, pintu, dan sarana lain luas ventilasi tidak kurang dari 10% dari luas ruangan (10). Ventilasi yang digunakan berupa pintu dengan tetap mengikuti perhitungan berikut:

$$\begin{aligned} \text{Luas bukaan} &= L_{\text{Bangunan}} \cdot 10\% \quad (10) \\ \text{Luas bukaan} &= L_{\text{Bangunan}} \cdot 10\% \quad (4) \\ &= (25 \text{ m} \times 12 \text{ m}) \times 10\% \\ &= 300 \text{ m}^2 \times 10\% \\ &= 30 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

3.7 Kebutuhan APAR (Alat Pemadam Api Ringan)

Berdasarkan permenakertrans RI No. Per-04/Men/1980, jenis alat pemadam api ringan (APAR) yang dapat digunakan di dalam gudang limbah B3 adalah APAR dengan jenis tepung. Hal ini dikarenakan melihat potensi kebakaran yang dapat ditimbulkan dari bahan kimia yang berpotensi menyebabkan kebakaran golongan B yakni kebakaran bahan cair atau gas yang mudah terbakar mengacu pada Permenakertrans RI No. Per-04/Men/1980 pasal 2 (11). Berikut merupakan perhitungan kebutuhan APAR di dalam ruangan tempat penyimpanan sementara:

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan APAR} &= \frac{\text{Keliling ruangan}}{15 \text{ m}} \quad (11) \\ \text{Kebutuhan APAR} &= \frac{\text{Keliling ruangan}}{15 \text{ m}} \quad (5) \\ &= \frac{2 \cdot (p+l)}{15 \text{ m}} \\ &= \frac{2 \cdot (25 \text{ m} + 12 \text{ m})}{15 \text{ m}} \\ &= \frac{74 \text{ m}}{15 \text{ m}} \end{aligned}$$

= 4,9 \approx 5 unit APAR

3.8 Kebutuhan Alarm Detector

Berdasarkan SNI 03-3985-2000, kriteria jenis detektor yang sesuai dengan gudang penyimpanan limbah B3 adalah detektor asap. Bentuk dari atap gudang limbah B3 yang dirancang adalah atap miring. Berikut merupakan perhitungan jumlah detektor yang akan digunakan:

Ukuran gedung:

Panjang = 25 m

Lebar = 12 m

Tinggi = 14 m

Kebutuhan detektor asap:

$S = 12 \times \text{faktor pengali (\%)} \text{ (Tinggi 14 m, maka faktor pengali adalah 34\%)}$

$S = 12 \times 34\% = 4,08 \text{ meter}$

Jumlah Detektor Panjang (JDP) = $P/S \text{ (12)}$

= $25 \text{ m}/4,08 \text{ m}$

= 6,12 buah atau 6 buah

Jumlah Detektor Lebar (JDL) = $P/L \text{ (12)}$

= $12 \text{ m}/4,08 \text{ m}$

= 2,94 buah atau 3 buah

















Total detektor = $6 \times 3 = 18 \text{ buah detektor asap}$

4. Pembahasan

Dari hasil penelitian ini maka didapatkan beberapa poin yang dibahas dalam artikel ini, diantaranya yaitu :

1. Limbah B3 yang dihasilkan TFME termasuk limbah manufaktur dan perakitan komponen dan peralatan elektronik (6). Dikarenakan kuantitas limbah B3 yang

dihasilkan kurang dari 50 (lima puluh) kilogram per hari, untuk limbah B3 kategori 1 sumber spesifik umum (limbah yang memiliki dampak akut dan langsung terhadap manusia) memiliki waktu penyimpanan maksimum adalah 180 hari sejak limbah B3 dihasilkan dan untuk limbah B3 yang termasuk sumber tidak spesifik dan dari kategori 2 sumber spesifik umum (limbah yang memiliki efek tidak akut dan memberikan dampak tidak langsung pada manusia), maka waktu penyimpanan maksimum adalah 365 hari sejak limbah B3 dihasilkan (6). Penyimpanan sementara limbah B3 juga mengacu pada kompatibilitas limbah B3. Pada Gambar 4 dijelaskan mengenai kompatibilitas limbah B3 sehingga pada saat penampungan dan penyimpanan sementara tidak terjadi reaksi limbah B3.

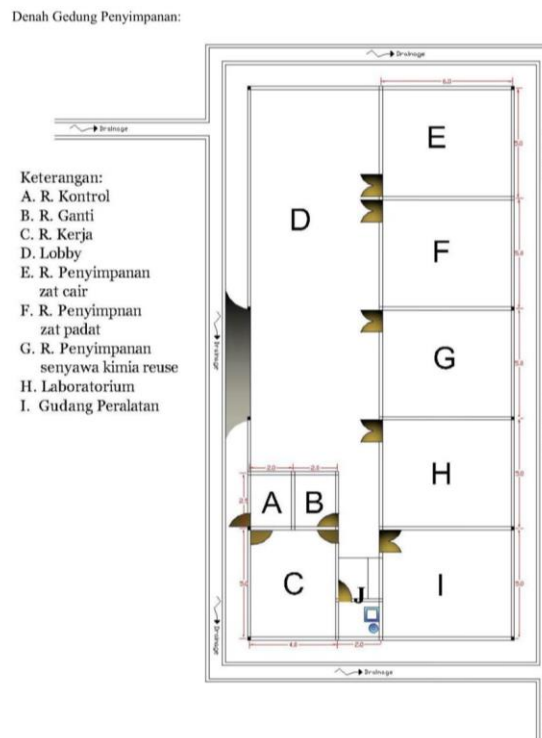
	 CARAN MUDAH MENYALA	 PADATAN MUDAH MENYALA	 REAKTIF	 MUDAH MELEDAK	 BERSACUN	 KOROSIF	 INFESKUS	 BERSAHAYA TERHADAP LINGKUNGAN
 CARAN MUDAH MENYALA	C	C	C	X	X	C	C	T
 PADATAN MUDAH MENYALA	C	C	C	C	X	T	C	T
 REAKTIF	C	C	C	C	X	T	C	T
 MUDAH MELEDAK	X	C	C	C	X	T	C	T
 BERSACUN	X	X	X	X	C	X	C	T
 KOROSIF	C	T	T	T	X	C	C	T
 INFESKUS	C	C	C	C	C	C	C	C
 BERSAHAYA TERHADAP LINGKUNGAN	T	T	T	T	T	T	C	C

Gambar 4 Kompatibilitas Limbah B3 (13)

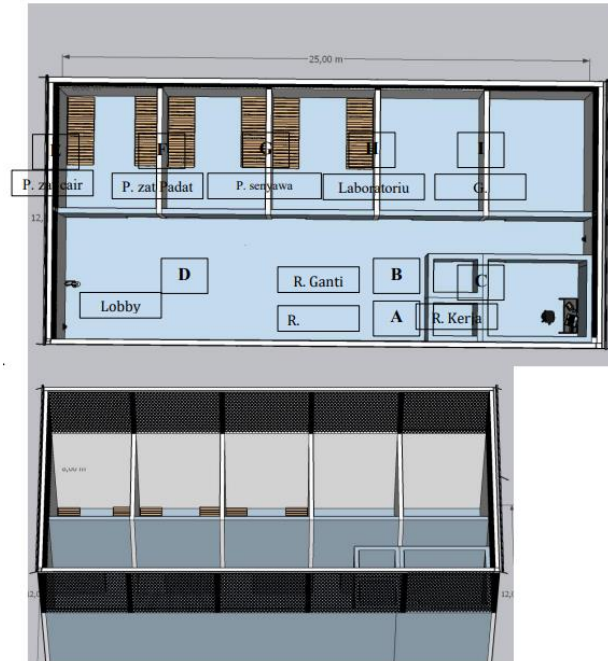
2. Kebutuhan *Allowance Handling Equipment* yang dibutuhkan di dalam tempat penyimpanan sementara seluas 1,25 meter dengan kapasitas pengangkutan sebesar 3 ton.
3. Kebutuhan Bak Penampung berdasarkan Keputusan Kepala Bapedal Nomor 1 Tahun 1995 sebesar 129 liter.

4. Kebutuhan Berdasarkan SNI 03-6575-2001 tingkat pencahayaan gudang adalah 100 lux (**9**) . Jumlah penerangan yang dibutuhkan tempat penyimpanan dan penampungan sementara limbah B3 adalah 29 buah lampu TL LED 40 Watt.
5. Berdasarkan permenakertrans RI No. Per-04/Men/1980, jenis alat pemadam api ringan (APAR) yang dapat digunakan di dalam tempat penyimpanan dan penampungan sementara limbah B3 adalah APAR dengan jenis tepung (*Dry Chemical Powder*) sebanyak 5 APAR (**11**). Pemilihan jenis APAR tersebut sudah menyesuaikan potensi resiko kebakaran dari limbah B3 TFME.
6. Total detektor yang dibutuhkan pada tempat penampungan sementara limbah B3 sebanyak 18 buah detektor asap.

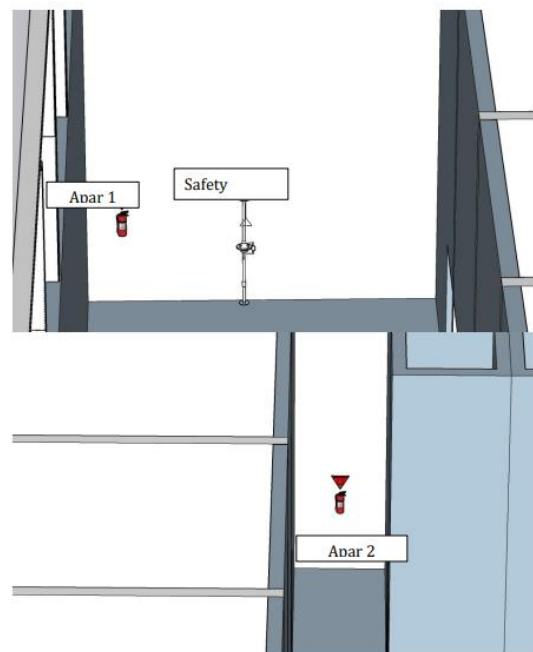
Hasil Desain



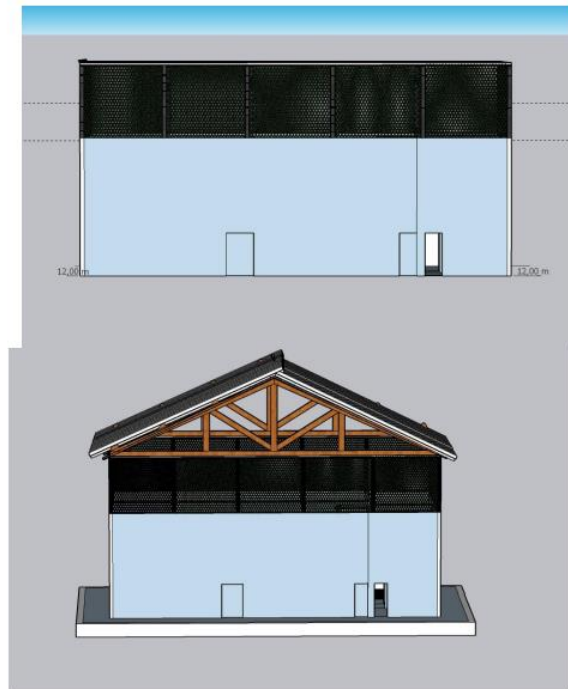
Gambar 5 Denah Gedung Penampungan Sementara Limbah B3 TFME



Gambar 6 Desain Penampungan Sementara Limbah B3 TFME



Gambar 7 Desain APAR di Penampungan Sementara Limbah B3 TFME



Gambar 8. Desain Tampak Depan Gedung Penampungan Sementara Limbah B3 TFME

Dari hasil dan pembahasan dari penelitian ini menjadi rekomendasi praktis dan teknis dalam penampungan dan penyimpanan limbah B3 yang dihasilkan TFME. Hal ini menjadi penting, dikarenakan belum adanya standar yang berlaku dalam proses penyimpanan dan penampungan sementara limbah B3 TFME. Diharapkan pengelola TFME dapat lebih memperhatikan bahaya yang timbul dari limbah B3 yang dihasilkan dengan cara sistem manajemen kelola yang juga berfokus kepada lingkungan.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa terdapat kekurangan dalam penyimpanan dan penampungan sementara limbah B3 TFME. Limbah B3 yang terdapat di TFME termasuk termasuk limbah manufaktur dan perakitan komponen dan peralatan elektronik yang diklasifikasikan limbah B3 sumber spesifik umum kategori 1, sumber spesifik umum kategori 2, dan sumber tidak spesifik. Sementara itu pada desain tempat penampungan dan penyimpanan sementara limbah B3 dihasilkan *Allowance Handling Equipment* yang adalah 1,25 meter dengan kapasitas pengangkutan sebesar 3 ton, kebutuhan bak penampung sebesar 129 liter, jumlah penerangan yang dibutuhkan adalah 29 buah lampu

TL LED 40 Watt, APAR yang dibutuhkan adalah jenis tepung (*Dry Chemical Powder*) berjumlah 5 APAR dan detektor asap yang dibutuhkan berjumlah 18 detektor.

Daftar Pustaka

1. *Perencanaan Kapasitas Produksi dengan Metode Capacity Requirement Planning di Teaching Factory Manufacture Electronics Politeknik Negeri Batam*. **Shihotang, Rika Kartika dan Wirangga, Aditya**. 1, 2017, Journal of Applied Business Administration, Vol. 1, hal. 1-9.
2. **Ceramic, NTK**. IC Package's Roles. [Online] NGK Spark Plug Co., LTD., 2021. [Cited: February 8, 2023.] https://www.ngkntk.co.jp/english/product/semiconductor_packages/roles.html.
3. *Perancangan Rangkaian Terpadu Penguat Operasional Untuk Pengatur Nada*. **Beauty, Darmawansyah, Agung dan St, M. Julius**. 2, 2009, Jurna; EECCIS, Vol. 3, hal. 17-22.
4. *Perancangan dan Implementasi Printed Circuit Board (PCB) Ramah Lingkungan Menggunakan Conductive Link*. **Dwigista, Chandra, Nataliana, Decy dan Anwari, Sabat**. 1, 2022, Jurnal Polekto : Jurnal Power Elektronik, Vol. 11, hal. 31-35.
5. *A Review on Printed Circuit Boards Waste Recycling Technologies and Reuse of Recovered Nonmetallic Materials*. **Sohaili, Johan, Muniyandi, Shantha Kumari dan Mohamad, Siti Suhaila**. 2, 2012, International Journal of Scientific & Engineering Research, Vol. 3, hal. 1-7.
6. **Republik Indonesia**. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 101 Tahun 2014 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. Jakarta : Republik Indonesia, 2014.
7. *Usulan Tata Letak Gudang Dengan Metode Shared Storage di PT Agility International, Customer PT Herbalife Indonesia*. **Mulyati, Erna, Numang, Irpan dan Nurdiansyah, Muchamad Aditya**. 2, 2020, Jurnal Logistik Bisnis, Vol. 10, hal. 36-41.
8. **Kepala Bapedal**. Keputusan Kepala Bapedal No. 1 Tahun 1995 Tentang : Tata Cara dan Persyaratan Teknis Penyimpanan dan Pengumpulan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. Jakarta : KEPALA BADAN PENGENDALIAN DAMPAK LINGKUNGAN, 1995.
9. **Standar Nasional Indonesia**. SNI 03-6575-2001 Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan pada Bangunan Gedung. Jakarta : Standar Nasional Indonesia, 2001.
10. **Standar Nasional Indonesia**. SNI 03-6572-2001 Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung. Jakarta : Standar Nasional Indonesia, 2001.
11. **Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia**. Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No Per.04/MEN/1980 Tentang Syarat Pemasangan dan

Pemeliharaan Alat Pemadam Api Ringan. Jakarta : Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia, 1980.

12. **Standar Nasional Indonesia.** SNI 03-3985-2000 Tata cara perencanaan, pemasangan dan pengujian sistem deteksi dan alarm kebakaran untuk pencegahan bahaya kebakaran pada bangunan gedung. Jakarta : Standar Nasional Indonesia, 2000.

13. **Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia.** *Pedoman Penerbitan Rekomendasi Pengangkutan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (Limbah B3).* Jakarta : Kementerian Lingkungan Hidup, 2015.