



Redesain Tempat Pengelolaan Sampah Terpadu Pada Proyek Pembangunan Rumah Susun X Di Kota Y

Putri Dwi Yanti

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”
Jawa Timur

Praditya Sigit Ardisty Sitogasa

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”
Jawa Timur

Alamat : Jl. Rungkut Madya Gn. Anyar, Surabaya, Jawa Timur 60294

Korespondensi penulis : putri.dwyantist@gmail.com

Abstract. *This research aims to identify the types and characteristics of waste generated from the X Flats Construction Project, evaluate waste management, redesign waste processing sites in accordance with applicable regulations. This research method involves data collection, observation, and interviews to determine the characteristics and volume of waste produced. Next, time calculations, packaging planning, and planning TPS area calculations are carried out. This includes adequate TPS capacity for each type of waste, selection of appropriate locations, as well as facilities such as storage tanks that meet the requirements, effective ventilation systems, adequate lighting, safe roof construction, availability of fire extinguishers, and appropriate transportation routes. in accordance. By taking into account all these aspects, it is hoped that the planned Integrated Waste Processing Site (TPST) can meet applicable regulatory standards.*

Keywords: *Redesign, Waste, Development Project, TPST*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis dan karakteristik limbah yang dihasilkan dari Proyek Pembangunan Rumah Susun X, mengevaluasi pengelolaan limbah, merancang ulang tempat pengolahan sampah sesuai dengan peraturan yang berlaku. Metode penelitian ini melibatkan pengumpulan data, observasi, dan wawancara untuk mengetahui karakteristik dan volume limbah yang dihasilkan. Selanjutnya, dilakukan perhitungan timulan, perencanaan pengemasan, dan perhitungan luas TPS perencanaan. Hal ini mencakup kapasitas TPS yang memadai untuk setiap jenis limbah, pemilihan lokasi yang sesuai, serta fasilitas seperti bak penampung yang memenuhi persyaratan, sistem ventilasi yang efektif, pencahayaan yang memadai, konstruksi atap yang aman, ketersediaan alat pemadam kebakaran, dan jalur alat angkut yang sesuai. Dengan memperhitungkan semua aspek ini, diharapkan Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) yang direncanakan dapat memenuhi standar peraturan yang berlaku.

Kata kunci: Re-desain, Limbah, Proyek Pembangunan, (TPST)

LATAR BELAKANG

Indonesia saat ini menjadi salah satu negara berkembang yang tengah mengalami proses pembangunan dalam skala yang masif (Harefa, 2020). Tercatat terdapat sebanyak 197.030 perusahaan konstruksi yang tersebar di Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2022). Pembangunan infrastruktur berdampak terhadap lingkungan yang diukur dengan besarnya emisi yang ditimbulkan sejak pembukaan lahan, transportasi material, proses konstruksi hingga saat operasional (Ervianto, 2013). Konstruksi menghasilkan sekitar sepertiga dari keseluruhan limbah dunia, dan setidaknya 40% dari emisi karbon dioksida dunia (Norman Miller, 2022). PT X merupakan main kontraktor yang memenangkan tender dan memenuhi syarat

prakualifikasi baik secara teknik maupun administratif. Rumah Susun X dibangun di tanah seluas 11.666 m² dengan total 6 tower.

PT X menghasilkan sampah B3 dan non-B3 dalam pelaksanaan konstruksi. Timbunan non-B3 terbagi menjadi sampah daur ulang dan sisa makanan organik. Sampah B3 berasal dari proses konstruksi seperti oli bekas, kain majun, limbah elektronik, dan limbah terkontaminasi B3. Saat ini penanganan sampah masih sebatas penyimpanan di container, sedangkan dalam pengolahan limbah B3 dan non-B3 melibatkan pengangkutan ke TPA lokal untuk proses pengolahan lebih lanjut. Penelitian ini dapat memberikan masukan bagi kontraktor sebagai evaluasi dalam pengelolaan limbah dan desain Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) sesuai dengan peraturan yang berlaku. Dengan demikian, salah satu upaya yang dapat ditempuh untuk menghindari ketidaksesuaian tempat pengolahan yang ada dengan volume yang dihasilkan yakni dengan mendesain sesuai karakteristik, volume limbah, dan kesesuaian dengan peraturan yang berlaku.

METODE PENELITIAN

Desain perancangan Tempat Pengelolaan Sampah Terpadu (TPST) diawali dengan pengambilan data jenis dan karakteristik limbah, berat dan volume limbah B3, Non-B3, anorganik, dan organik. Selama masa penelitian, area yang diteliti mencakup seluruh luasan proyek yakni 11.666 m² dengan total 6 tower yang akan dibangun. Data primer berupa kondisi limbah yang ada termasuk sumber, jenis serta pengelolaannya saat ini dengan menggunakan cara sebagai berikut:

a. Observasi

Observasi dilakukan dengan mengidentifikasi jenis limbah yang ada dihasilkan. Proses ini diperlukan untuk mengetahui metode pengelolaan dan penyimpanan yang sesuai dengan jenis limbah yang ada. Observasi juga dilakukan untuk mendapatkan data berat serta volume timbunan dari limbah yang dihasilkan sehingga dapat dijadikan acuan untuk menentukan kapasitas penyimpanan yang dibutuhkan untuk Tempat Pengelolaan Sampah Terpadu (TPST).

b. Wawancara

Metode wawancara merupakan metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara melakukan tanya jawab kepada QHSE dan pihak yang berkaitan dengan pengelolaan limbah. Proses wawancara dilakukan untuk mendapatkan data mengenai pengelolaan sampah yang telah dilakukan. Adapun data sekunder yang digunakan untuk penelitian adalah peraturan yang berlaku saat ini:

- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI No.6 Tahun 2021 Tentang Tata Cara dan Persyaratan Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. Dalam peraturan tersebut tercantum aturan mengenai pengelolaan limbah B3, mengenai penetapan limbah B3, penyimpanan limbah B3
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI No P.12/MENLHK/SETJEN/PLB.3/5/2020 Tentang Penyimpanan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. Dalam peraturan tersebut tercantum aturan mengenai penyimpanan limbah B3, mengenai persyaratan dan tata cara penyimpanan limbah B3, peralatan penanggulangan keadaan darurat dan fasilitas penyimpanan limbah B3. Dalam peraturan tersebut juga tercantum persyaratan konstruksi atap serta kapasitas bak penampung yaitu 110% dari kapasitas total
- SNI 03-6572-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara Pada Bangunan Gedung. Dalam peraturan tersebut terdapat standar luasan ventilasi bangunan tergantung dari fungsi bangunan. Bangunan dengan fungsi sebagai penyimpanan atau gudang memiliki standar ventilasi minimal 10% dari luas permukaan lantai.
- SNI 03-6575-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Pencayahaan Buatan Pada Bangunan Gedung Dalam peraturan tersebut tercantum standar pencahayaan pada ruangan dengan fungsi sebagai gudang yaitu 100 lux.
- Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi no 4 tahun 1980 Peraturan tersebut mengatur tentang fungsi dan kebutuhan APAR pada bangunan. Jenis APAR yang digunakan ditentukan berdasarkan kategori kebakaran yang berpotensi terjadi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisa dan Evaluasi Sarana Prasarana

Berdasarkan hasil observasi PT X telah disediakan beberapa sarana dan prasarana yang meliputi adanya fasilitas pewadahan sampah organik dan anorganik, serta adanya truk yang digunakan untuk mengangkut sampah ke ruang tempat pembuangan akhir dan adanya beberapa alat lainnya yang menunjang terpenuhinya proses pengelolaan limbah.

Dalam penerapannya di lapangan PT X memiliki manajemen limbah konstruksi yang baik seperti mencuci ban kendaraan pengangkut sebelum keluar dari lokasi proyek, menutup truk pengangkut dengan terpal, adanya talang penampung cecceran beton pada truck mixer, dan pembuatan jebakan lumpur sebelum air buangan sampai ke saluran drainase. Namun, dalam

penerapannya juga diperlukan evaluasi dan perbaikan sesuai dengan peraturan yang berlaku saat ini. Berikut merupakan hasil evaluasi system pengelolaan sampah:

Tabel 1 Evaluasi Pengelolaan Limbah

Limbah	Pengelolaan Saat ini	Peraturan	Evaluasi
Sampah Non-B3 (Organik dan Anorganik)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penyimpanan menggunakan tong sampah hijau dan kuning yang berada di beberapa lokasi unit pekerjaan. 2. Jika tong sampah penuh, akan dipindahkan dalam <i>trash bag</i> dan dilakukan penyimpanan sebelum diangkut ke TPS setempat. 	<ul style="list-style-type: none"> • Permen KLHK No. 19 Tahun 2021, tentang Tata Cara Pengelolaan Limbah Non-Bahan Berbahaya dan Beracun. • Pedoman Green Construction 	<ul style="list-style-type: none"> • Belum sesuai, diperlukan relokasi TPS sesuai KLHK No. 19 Tahun 2021. • Sistem biopori dapat digunakan untuk menangani sampah organik.
Limbah B3	<ol style="list-style-type: none"> 1. Container digunakan untuk tempat penyimpanan sementara, di sisi lain sedang direncanakan Gudang penyimpanan Limbah B3 yang dalam tahap perencanaan. 2. Beberapa kali ditemukan wadah oli dilokasi proyek. 	<ul style="list-style-type: none"> • PP RI No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup; • Permen LHK Nomor 6 Tahun 2021 	<ul style="list-style-type: none"> • Belum sesuai, diperlukan relokasi tempat penyimpanan sementara khusus LB3. • Pengelolaan LB3 dilakukan melalui pihak ketiga.
Limbah Sisa Konstruksi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pekerjaan Rumah Susun X menggunakan BIM sehingga bahan konstruksi dapat terukur dan meminimalisir sisa hasil konstruksi sepanjang proyek berjalan. 2. Belum ada tempat penyimpanan sisa material proyek. 		<ul style="list-style-type: none"> • Pengelompokan untuk sisa konstruksi menggunakan tempat penyimpanan khusus sehingga material sisa dapat dipergunakan kembali (<i>reuse</i>).

2. Identifikasi Limbah B3 Sumber/Jenis Limbah yang Dihasilkan

Identifikasi ini dikhususkan untuk limbah B3, hall ini diperlukan untuk mengetahui jenis dan karakteristik limbah. Identifikasi juga diperlukan untuk mengetahui perlakuan yang tepat dalam melakukan pengelolaan terhadap limbah B3 tersebut, salah satunya mengenai desain TPS yang akan digunakan dan lama penyimpanan limbah. Sedangkan dalam proses pengolahan limbah Non-B3 akan dilakukan pemilihan terlebih dahulu sebelum dilakukan pengangkutan ke TPA.

Penentuan jenis sumber dan kategori mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2021 tentang Tata Cara dan Persyaratan Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. Berikut merupakan tabel hasil identifikasi timbulan limbah B3:

Tabel 2 Identifikasi Sumber dan Lama Penyimpanan

Identifikasi Sumber	Kode	Jenis Sumber	Kategori	Lama Penyimpanan	Timbulan/Lama Penyimpanan
Oli Bekas	B105d	Tidak spesifik	2	365 hari	558,5 liter
Limbah Cat (Sisa)	B104d	Tidak Spesifik	2	365 hari	0,1 kg
Kain Majun	B110d	Tidak spesifik	2	365 hari	0,20 kg
Toner Bekas	B353-1	Spesifik umum	2	365 hari	175 kg
Kemasan Bekas B3	B104d	Tidak spesifik	2	365 hari	7,30 kg
Limbah Elektronik termasuk cathode ray tube (CRT), lampu TL, printed circuit board (PCB), dan kawat logam	B107d	Tidak spesifik	2	365 hari	36,50 kg
Baterai bekas	A102d	Tidak spesifik	1	180 hari	0,07 kg
Sisa konstruksi terkontaminasi LB3	B354-1 s/d 4 B352-2	Spesifik umum	2	365 hari	54,75 kg

3. Kapasitas Desain TPST

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara terdapat beberapa tindakan yang perlu dilakukan adalah dengan membuat tempat pengelolaan dan penyimpanan limbah. Melihat proyek ini akan dilaksanakan selama 464 hari kalender dan diperlukan tempat pembuangan sampah yang dapat menampung dan mengelola timbulan sampah dengan baik.

a. Kapasitas Limbah B3

1) Oli Bekas

Oli bekas dihasilkan dari pemeliharaan alat berat. Oli bekas termasuk dalam LB3 jenis tidak spesifik dan kategori 2, sehingga memiliki waktu maksimal 365 hari, Berdasarkan proyeksi data internal PT X dalam satu tahun menghasilkan limbah oli bekas sebanyak 558,5 liter. Dalam pewardahan limbah B3 perlu diberi *free board* sebesar 10%, untuk memberikan kelonggaran pada limbah B3 yang tersimpan serta untuk mengantisipasi kelebihan volume (Kusdiantoro et al., 2017). Media pengemasan berupa drum logam dengan kapasitas penuh 200 liter dan kapasitas isi yang direkomendasikan dikurangi 10%. Maka kapasitas penyimpanan drum logam adalah 180 liter. Dengan oli bekas sebanyak 558,5 liter dalam satu tahun, maka kemasan yang dibutuhkan adalah:

$$\text{Jumlah Kemasan} = \frac{\text{Total Oli dalam satu tahun}}{\text{Kapasitas 1 Kemasan}} = \frac{558,5 \text{ liter}}{180 \text{ liter}} = 3,10277 \text{ drum} = 4 \text{ drum}$$

Drum oli memiliki diameter 59 cm dan tinggi 92 cm. Pallet yang direkomendasikan memiliki dimensi panjang 120 cm dan lebar 120 cm dengan tinggi 15 cm. Dengan dimensi pallet tersebut dapat menampung hingga 4 drum oli bekas. Untuk memaksimalkan pallet yang digunakan maka kapasitas TPS yang direncanakan memiliki 1 pallet dan 4 drum, maka kapasitas TPS sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Volume Total} &= \text{Kapasitas 1 drum} \times 4 \text{ drum} \\ &= 180 \text{ liter} \times 4 \text{ drum} \\ &= 720 \text{ liter} = 0,720 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Bak penampung yang direkomendasikan memiliki volume minimal 110% dari total limbah oli bekas yang tersimpan. TPS yang direncanakan memiliki kapasitas 0,720 m³ sehingga diperlukan Bak penampung sebesar 0,720 m³ x 110 % = 0,792 m³ dengan volume minimal 0,792 m³. Dimensi yang direncanakan untuk bak penampung adalah panjang 130 cm, lebar 90 cm dan tinggi 70 cm dengan volume bak penampung yang direncanakan sebesar 819.000 = 0,819 m³. Didalam bak penampung juga disediakan pompa celup untuk memudahkan proses pengurasan saat terjadi tumpahan.

2) Baterai Bekas

Baterai bekas dihasilkan dari kantor kerja direksi keet. Limbah ini memiliki jenis tidak spesifik dan kategori 1, sehingga memiliki maksimal penyimpanan 180 hari, dalam kurun waktu 180 hari pihak maintenance menghasilkan 7,2 kg. Dalam penyimpanannya desain yang direkomendasikan menggunakan Pallet Box yang memiliki dimensi panjang 45 cm, lebar 30 cm dan tinggi 26,5 cm yang dapat menampung hingga 25 liter tanpa ditumpuk. *Box pallet* juga digunakan untuk menyimpan baterai bekas karena mudah dalam penggunaannya serta memiliki konstruksi yang kokoh.

3) Majun Bekas

Majun bekas ditemukan dalam kegiatan *maintenance* alat berat. Majun bekas ini termasuk dalam jenis limbah tidak spesifik kategori 2, sehingga memiliki waktu maksimal penyimpanan 365 hari. Berdasarkan hasil identifikasi dapat menghasilkan majun 93 kg dalam 365 hari. Dengan konsumsi majun sebesar 93 kg dalam waktu 365 hari. Box pallet memiliki volume tampungan 58 liter, maka dibutuhkan 2 box pallet untuk menyimpan majun bekas selama 365 hari.

4) Toner Bekas

Toner bekas dihasilkan dari proses administrasi kantor. Waktu maksimal penyimpanan toner bekas adalah 365 hari. Berdasarkan hasil identifikasi dapat menghasilkan toner bekas sebesar 175,2 kg per tahun, maka diperlukan wadah box pallet dengan volume 58 liter sebanyak 4 buah.

5) Kemasan Bekas B3

Kemasan yang dimaksud di sini adalah segala jenis kemasan bahan berbahaya dan beracun (B3), seperti kaleng cat, wadah tinta, dll. Waktu maksimal penyimpanan toner bekas adalah 365 hari. Berdasarkan hasil identifikasi dapat menghasilkan kemasan bekas B3 sebesar 219 kg per tahun, maka diperlukan wadah dengan volume 58 liter sebanyak 4 buah.

6) Limbah Elektronik

Limbah elektronik berupa cathode ray tube, lampu TL, printed circuit board (PCB), dan kawat logam. Waktu maksimal penyimpanan limbah elektronik adalah 365 hari. Berdasarkan hasil identifikasi dapat menghasilkan limbah elektronik sebesar 3,65 kg per tahun, maka diperlukan wadah dengan volume 58 liter sebanyak 1 buah.

7) Limbah Sisa Cat

Cat minyak dengan kandungan VOC (Volatil Organic Compounds) atau senyawa organik mudah menguap yang tinggi dapat membahayakan lingkungan. Limbah cat termasuk dalam jenis limbah tidak spesifik dan kategori 2, sehingga memiliki waktu maksimal penyimpanan 365 hari. Berdasarkan hasil identifikasi dapat menghasilkan limbah sisa cat sebesar 21,9 kg per tahun, maka diperlukan wadah ember plastic dengan volume 25 liter sebanyak 1 buah.

8) Limbah Sisa Konstruksi yang Terkontaminasi LB3

Waktu maksimal penyimpanan limbah sisa cat adalah 365 hari. Berdasarkan hasil identifikasi dapat menghasilkan limbah sisa cat sebesar 109,5 kg per tahun, maka diperlukan wadah box pallet dengan volume 58 liter sebanyak 2 buah.

Tabel 3 Penentuan Kemasan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3)

Identifikasi Sumber	Tipe Kemasan	Timbulan Limbah		Lama Pengimanan	Timbulan/ Lama Penyimpanan	Kapasitas Kemasan	Jumlah Kemasan
		Timbulan/ Bulan	Timbulan/ Hari				
Oli Bekas	Drum	45,9 liter	1,53 liter	365 kg	558,45 liter	180 liter	4
Limbah Cat (Sisa)	Ember Plastik	1,8 kg	0,06 kg	365 kg	21,9 kg	25 liter	1
Kain Majun	Box Kontainer	6 kg	0,2 kg	365 kg	73 kg	58 liter	2
Toner Bekas	Box Kontainer	14,4 kg	0,48 kg	365 kg	175,2 kg	58 liter	4
Kemasan Bekas B3	Box Kontainer	18 kg	0,6 kg	365 kg	219 kg	58 liter	4
Limbah Elektronik termasuk cathode ray tube (CRT), lampu TL, printed circuit board (PCB), dan kawat logam	Box Kontainer	0,3 kg	0,01 kg	365 kg	3,65 kg	25 liter	1
Baterai bekas	Box Kontainer	1,2 kg	0,04 kg	180 kg	7,2 kg	25 liter	1
Sisa konstruksi terkontaminasi LB3	Box Kontainer	9 kg	0,3 kg	365	109,5 kg	58 liter	2

b. Kapasitas Tempat Pengelolaan Limbah Organik (Sistem Biopori)

Untuk mendapatkan waktu pengomposan yang lebih cepat dan kuantitas kompos yang lebih banyak, pengomposan LRB dapat dilakukan pada area terlindungi atau dilakukan pada musim kemarau. Komposisi bahan baku yang paling optimal adalah 50% sampah halaman dan 50% sampah makanan. Pengomposan lebih optimal dengan pencacahan bahan baku menjadi ukuran 0,3-0,5 cm. Untuk mempercepat waktu pengomposan dapat dilakukan penambahan aktivator Stardec. Penambahan bahan aditif sekam padi sebesar 1,5% dari total berat bahan baku juga dapat mempercepat waktu pengomposan dan kuantitas kompos padat yang dihasilkan.

LRB berguna untuk mengubah sampah menjadi kompos, selain itu LRB dapat meningkatkan kemampuan tanah dalam meresapkan air. Pada penelitian sebelumnya diperoleh laju resapan air pada akhir yaitu 0,5 cm/jam pada area terbuka dan 0,8 cm/jam pada area terlindungi air hujan.

Dalam data proyeksi timbulan sampah makanan sebanyak 2,8 kg/hari. Untuk itu dibuat lubang biopori sebanyak 7 lubang dengan dimensi 1,4 m x 1,4 m x 1,2 m yang diasumsikan akan menampung sisa makanan dengan jumlah 900 pekerja.

c. Kapasitas Tempat Pengelolaan Sampah Daur Ulang

Sampah anorganik akan diolah di TPS X, untuk itu dalam hal ini sampah anorganik akan dilakukan penyimpanan terlebih dahulu sebelum diangkut ke TPS. Adapun data timbulan sampah, sampah anorganik yang ada antara lain sampah plastic, pembungkus makanan, bekas

botol AMDK, Karton. Kain/Textile, Gelas/Kaca, dan logam dari kegiatan non-konstruksi. Rencana pengangkutan dilakukan 2 hari sekali.

d. Kapasitas Tempat Pengelolaan Sampah Konstruksi

Dalam pengelolaan sampah konstruksi, akan dilakukan kegiatan antisipasi adanya sampah dengan menggunakan Building Information Modelling (BIM) sehingga material atau bahan konstruksi dapat terukur dan meminimalisir sisa hasil konstruksi sepanjang proyek berjalan. Dalam proses penanganan, dilakukan pengkategorian material sisa yang dapat digunakan kembali dan material yang tidak bisa digunakan untuk selanjutnya akan diangkut ke TPA.

4. Desain Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST)

Dalam mendesain tempat pengolahan sampah, terdapat 4 ruangan yang dikhususkan untuk tiap-tiap jenis limbah. Antara lain, LB3, daur ulang, konstruksi, dan sampah organik yang menggunakan biopori dalam pengolahannya.

Limbah B3 yang tersimpan dalam TPS didominasi dengan limbah yang beracun, cairan mudah menyalah, dan padatan mudah menyala. Limbah yang memiliki karakteristik beracun harus memiliki konstruksi atap, dinding, dan lantai yang tahan terhadap korosi dan api, serta penerangan yang tidak menyebabkan ledakan/percikan listrik (*explosion proof*). Sedangkan untuk limbah yang memiliki karakteristik mudah menyala harus memiliki tembok pemisah dengan bangunan lain yang berdampingan, struktur pendukung atap tidak mudah meyala, ringan dan tidak mudah hancur, serta diberikan penerangan yang tidak menyebabkan ledakan/percikan listrik (*explosion proof*) (Permen KLHK, 2021).

Berdasarkan karakteristik yang diperoleh dari hasil identifikasi, maka material yang digunakan untuk lantai adalah lantai plasteran dari beton. Dinding menggunakan dinding hebel. Berdasarkan SNI 03-6572-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara Pada Bangunan Gedung, tempat penyimpanan limbah B3 termasuk dalam kategori bangunan kelas 7 yang merupakan bangunan penyimpanan atau gudang sehingga luasan ventilasi yang digunakan minimal 10% dari luas lantai permukaan. Maka luas ventilasi minimal yang diperlukan adalah minimal $12 \text{ m}^2 \times 10\% = 1,2 \text{ m}^2$. Rencana ventilasi yang akan digunakan adalah ventilasi alami berupa lubang di dinding kawat harmonica dengan dimensi lebar 290 cm dan tinggi 80 cm sebanyak 3 ventilasi.

Bangunan tempat penyimpanan limbah B3 wajib memiliki alat pemadam kebakaran karena bahan yang tersimpan merupakan bahan yang berpotensi menimbulkan kebakaran.

Menurut [14] peraturan menteri tenaga kerja dan transmigrasi Nomor 4 Tahun 1980 terdapat 4 Golongan kebakaran berdasarkan bahan yang terbakar serta pemilihan jenis APAR yang digunakan. APAR Dry Chemical powder 12 kg digunakan pada rancangan TPS dengan radius perlindungan 15 meter. untuk menghitung kebutuhan APAR dapat menggunakan persamaan:

$$\text{Banyaknya APAR} = \frac{\text{Luas Bangunan}}{\text{Luas Perlindungan 1 Apar}}$$

$$\text{Banyaknya APAR} = \frac{81,7216 \text{ m}^2}{3,14 \times (15\text{m})^2} = 0,11 = 1 \text{ buah}$$

Dengan luas bangunan 78 m² memerlukan 1 unit APAR. Penempatan APAR juga diatur dalam aturan tersebut berada di akses jalan keluar bangunan dan mudah dijangkau. APAR diletakkan di dinding dengan jarak 60 cm dari lantai disertai dengan simbol APAR. Letak APAR berada di sebelah pintu TPS dan kotak P3K.

Proses memindahkan atau mengangkut oli bekas menggunakan bantuan Forklift. Forklift yang digunakan adalah Catterpillar Forklift DP30N dengan kapasitas angkut 3 ton. Dimensi forklift DP30N adalah panjang 380,5 cm, Lebar 127,5 cm dan tinggi 207,4 cm dengan tinggi maksimal 300cm. Besarnya jalur yang diperlukan untuk forklift adalah 130 cm. Desain yang digunakan hanya memberikan ruang untuk pengambilan oli bekas, sedangkan untuk LB3 yang lain dipindahkan secara manual.

Berikut merupakan gambaran layout untuk Tempat Sampah Terpadu (TPST) Proyek Pembangunan Rusun X



Gambar 1 Layout TPST

Tabel 4 Detail Desain Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST)

No.	Parameter	Acuan	Hasil
A. Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3)			
1	Kapasitas Bak Penampung	Permen LHK No P.12/MENLHK/SETJEN/PLB.3/5/2020 Pasal 13 ayat 3	Panjang 130 cm, lebar 90 cm dan tinggi 70 cm.
2	Luasan Ventilasi	SNI 03-6572-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara Pada Bangunan Gedung	Empat buah ventilasi di setiap sisi dengan Panjang 1 m dan lebar 0,5 m
3	Konstruksi Atap	Permen LHK No P.12/MENLHK/SETJEN/PLB.3/5/2020 Pasal 11 ayat 2	Konstruksi atap terbuat dari baja ringan dengan atap spandek yang merupakan material tidak mudah terbakar, bangunan dibuat tanpa plafon
4	Sistem Pemadam	Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi no 4 tahun 1980	Dibutuhkan 1 Unit APAR
5	Sistem Pencahayaan	SNI 03-6575-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Pencayahaan Buatan Pada Bangunan Gedung	Pencahayaan menggunakan
6	Alat Pengangkut	Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.4/MENLHK/Setjen/Kum.1/1/2020 Tentang Pengangkutan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun	Dibutuhkan 1 Unit Forklift tipe
Area Biopori			
1.	Jumlah Biopori	Kapasitas untuk 900 pekerja	Terdapat 7 buah lubang biopori dengan ukuran 1,4 m x 1,4 m x 1,2 m
Limbah Daur Ulang			
1.	Tempat sampah		Terdapat 3 jenis tempat sampah: hijau, kuning, dan abu-abu.
Limbah Konstruksi			
1.	Tempat Penyimpanan		Disediakan kotak dari kayu untuk penyimpanan berbagai jenis limbah konstruksi yang masih bisa digunakan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada proses pembangunan rumah susun x telah menghasilkan empat jenis limbah yakni limbah B3, limbah organik-anorganik, limbah konstruksi, dan limbah sisa makanan. Dalam perancangan desain ruangan, perlu mempertimbangkan karakteristik, timbulan, dan peraturan yang berlaku saat ini. Direncanakan penyimpanan selama 180 hari dan 365 hari untuk limbah B3 yang dihasilkan. Sedangkan, untuk sampah organik dan anorganik dilakukan upaya 3R (*Reuse, Reduce, dan Recycle*) sebelum dihasilkannya limbah untuk dilakukan pengangkutan ke TPA. Pada limbah konstruksi, dilakukan penyimpanan untuk material sisa yang masih dapat digunakan. Sementara material yang tidak dapat digunakan akan diangkut oleh pihak ketiga. Selain itu, dalam pengelolaan sampah sisa makanan, dapat menggunakan sistem biopori.

Sistem ini tidak hanya mengelola limbah makanan, tetapi juga berkontribusi pada pembentukan kompos yang dapat digunakan sebagai persemaian tanaman di area proyek pembangunan.

DAFTAR REFERENSI

- Aminu Umar, U., Faris Khamidi, M., Khamidi, M. F., & Tukur, H. (2012). SUSTAINABLE BUILDING MATERIAL FOR GREEN BUILDING CONSTRUCTION, CONSERVATION AND REFURBISHING Resource Utilization in Oil and Gas Project View project Building Information Modelling (BIM) View project SUSTAINABLE BUILDING MATERIAL FOR GREEN BUILDING CONSTR. December 2012. <https://www.researchgate.net/publication/233996708>
- Badan Pusat Statistik. (2022). Perusahaan Konstruksi di Indonesia 2022. In Badan Pusat Statistik. <https://dataindonesia.id/infrastruktur/detail/ada-197030-perusahaan-konstruksi-di-indonesia-pada-2022>
- BigRentz. (2021). 23 Statistik Limbah Konstruksi & Tips Mengurangi Puing TPA. BigRentz. <https://www.bigrentz.com/blog/construction-waste-statistics>
- EPA. (2020). Advancing Sustainable Materials Management. United States Environmental Protection Agency. Office of Resource Conservation and Recovery, December, 184.
- Ervianto, W. I. (2013). K-23. Universitas Sebelas Maret (UNS)-Surakarta, 7(7), 24–26.
- Generation, W. (2021). Quantifying Advantages of Modular Construction : 1–21.
- Harefa, M. B. (2020). Implementasi Manajemen Pengolahan Limbah Konstruksi Dalam Mewujudkan Green Construction (Studi Kasus: Pembangunan Transmart Carrefour Padang). JUI TECH: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik ..., 4(1), 20–30. <http://portaluniversitasquality.ac.id:5388/ojsystem/index.php/JUI TECH/article/view/352>
- Manajemen proyek berkelanjutan untuk konstruksi ramah lingkungan: tantangan, dampak, dan solusi. (n.d.).
- Norman Miller. (2022). Konstruksi menghasilkan sepertiga sampah dunia, arsitek mencoba mendirikan gedung dari limbah. Title. BBC Future. <https://www.bbc.com/indonesia/vert-fut-59820009>
- Reza Mahendra, E., Fajryanti Islami, Z., Damianto, B., Studi Konstruksi Gedung, P., Teknik Sipil, J., Negeri Jakarta, P., GA Siwabessy Kukusan, J. D., & Beji, K. (2019). Identifikasi Karakteristik Dan Pengelolaan Limbah Material Tahap Konstruksi Pada Pembangunan Proyek Rumah Sakit Emc Tangerang. Seminar Nasional Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta, 252–262.
- Tatum, C. B. (1987). Improving Constructibility during Conceptual Planning. Journal of Construction Engineering and Management-Asce, 113, 191–207. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:110126392>
- Transparency market Research. (2023). Construction Waste Market. <https://www.transparencymarketresearch.com/construction-waste-market.html>