

**LAPORAN TUGAS AKHIR
(ENV21W0003)**

**PERANCANGAN SISTEM PENYIMPANAN SEMENTARA SAMPAH
BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN RUMAH TANGGA (SB3RT)
PADA SISTEM PERSAMPAHAN KOTA CIMAHI**

Disusun Oleh:

**Aryanti Melia Putri
193050005**



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2026**

LAPORAN TUGAS AKHIR
(ENV21W0003)

PERANCANGAN SISTEM PENYIMPANAN SEMENTARA SAMPAH
BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN RUMAH TANGGA (SB3RT)
PADA SISTEM PERSAMPAHAN KOTA CIMAHI

Disusun Oleh:

Aryanti Melia Putri

193050005



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2026

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

(ENV21W0003)

**PERANCANGAN SISTEM PENYIMPANAN SEMENTARA SAMPAH
BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN RUMAH TANGGA (SB3RT)
PADA SISTEM PERSAMPAHAN KOTA CIMAHI**

Disusun Oleh:

Aryanti Melia Putri

193050005

Telah disetujui dan disahkan

Pada,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

(Dr. Mayang Manguri R, S.T., M.T)

(Nurdian Hari Anfasha, S.T., M.T)

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

(Prof. Dr. Yonik Meilawati Y, S.T., M.T)

(Dr. Hari Pradiko, S.T., M.T)

PERANCANGAN SISTEM PENYIMPANAN SEMENTARA SAMPAH BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN RUMAH TANGGA (SB3RT) PADA SISTEM PENGELOLAAN PERSAMPAHAN KOTA CIMAH

Aryanti Melia Putri

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan,
Bandung

Email: immeliaputri@gmail.com

ABSTRAK

Sampah Bahan Berbahaya dan Beracun Rumah Tangga (SB3RT) merupakan sampah yang berasal dari aktivitas rumah tangga dan mengandung bahan berbahaya dan beracun sehingga memerlukan penanganan khusus untuk mengurangi potensi risiko terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Pengelolaan SB3RT di Kota Cimahi masih menghadapi keterbatasan dalam pemilahan, pengumpulan, dan penyimpanan secara khusus sehingga diperlukan perencanaan tempat penyimpanan sementara sebagai bagian dari sistem pengelolaan SB3RT. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kondisi eksisting pengelolaan SB3RT dan menentukan lokasi perencanaan, menganalisis proyeksi timbulan dan pembagian wilayah pelayanan, menentukan kebutuhan teknis berdasarkan karakteristik bahaya dan persyaratkan pengelolaan, merencanakan tempat penyimpanan sementara SB3RT, serta menentukan spesifikasi teknis dan rencana anggaran biaya (RAB). Metode yang digunakan meliputi studi literatur, pengumpulan dan analisis data primer dan sekunder, proyeksi penduduk, dan timbulan sampah, evaluasi alternatif lokasi, serta perencanaan teknis tempat penyimpanan sementara SB3RT. Hasil menunjukkan bahwa TPS3R Melong dan TPST Lebak Saat terpilih sebagai lokasi perencanaan tempat penyimpanan sementara SB3RT. Berdasarkan hasil proyeksi sampah tahun 2030, timbulan SB3RT Kota Cimahi diperkirakan sebesar 1.956,7 m³/tahun atau 5,6 m³/hari. Berdasarkan pembagian wilayah pelayanan, beban timbulan rencana pada TPS3R Melong sebesar 2,76 m³/hari, sedangkan TPST Lebak Saat sebesar 2,60 m³/hari. Tempat penyimpanan sementara SB3RT direncanakan memiliki dimensi 10 m x 5 m dengan empat zona penyimpanan berdasarkan karakteristik bahaya, yaitu mudah menyala, korosif, reaktif, dan beracun. Bangunan dilengkapi area penerimaan dan pencatatan, jalur inspeksi dan sirkulasi, akses dan bukaan, ventilasi, pencahayaan, serta sarana keselamatan. wadah penyimpanan direncanakan menggunakan kombinasi bin plastik dan drum plastik berkapasitas 120 L dengan kapasitas maksimum penataan sebanyak 32 wadah atau setara dengan 3,84 m³.

Kata kunci: SB3RT, Pengelolaan Sampah, Penyimpanan Sementara, TPST Lebak Saat, TPS3R Melong, karakteristik bahaya, Kota Cimahi.

DESIGN OF A TEMPORARY STORAGE SYSTEM FOR HOUSEHOLD HAZARDOUS AND TOXIC WASTE (SB3RT) IN THE CIMAHI CITY WASTE MANAGEMENT SYSTEM

Aryanti Melia Putri

Environmental Engineering Study Program, Faculty of Engineering, University of Pasundan, Bandung

Email: immeliaputri@gmail.com

ABSTRACT

Household Hazardous and Toxic Material Waste (SB3RT) is waste that comes from household activities and contains hazardous and toxic materials so that it requires special handling to reduce potential risks to human health and the environment. The management of SB3RT in Cimahi City still faces limitations in sorting, collection, and storage specifically, so it is necessary to plan a temporary storage place as part of the SB3RT management system. This research aims to identify the existing conditions of SB3RT management and determine the planning location, analyze the projection of generation and division of service areas, determine technical needs based on hazard characteristics and management requirements, plan temporary storage places for SB3RT, and determine technical specifications and cost budget plans (RAB). The methods used include literature studies, primary and secondary data collection and analysis, population projection, and waste generation, evaluation of alternative locations, and technical planning of temporary storage areas for SB3RT. The results show that TPS3R Melong and TPST Lebak Saat were selected as the location for planning for the temporary storage area of SB3RT. Based on the results of waste projections in 2030, the generation of SB3RT in Cimahi City is estimated at 1,956.7 m³/year or 5.6 m³/day. Based on the division of service areas, the planned load at TPS3R Melong is 2.76 m³/day, while TPST Lebak Saat is 2.60 m³/day. The SB3RT temporary storage area is planned to have dimensions of 10 m x 5 m with four storage zones based on hazard characteristics, namely flammable, corrosive, reactive, and toxic. The building is equipped with reception and recording areas, inspection and circulation lines, access and openings, ventilation, lighting, and safety facilities. The storage container is planned using a combination of plastic bin and plastic drum with a capacity of 120 L with a maximum arrangement capacity of 32 containers or equivalent to 3.84 m³.

Keywords: SB3RT, Waste Management, Temporary Storage, TPST Lebak Saat, TPS3R Melong, hazard characteristics, Cimahi City.

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan kasih sayang-Nya kepada hamba-hamba-Nya. Shalawat dan salam semoga selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat dan para pengikutnya yang senantiasa *istiqomah* di jalan-Nya. Dengan penuh rasa syukur kehadiran Allah SWT, berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.

Dengan penuh harapan mudah-mudahan laporan ini dapat memberikan manfaat dan tambahan ilmu pengetahuan khususnya bagi penulis dan umumnya bagi yang membaca. Dalam penyelesaian laporan ini, saya mendapatkan banyak dukungan, bantuan, serta motivasi dari orang-orang sekitar. Untuk itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak berikut :

1. Kepada kedua orang tua dan seluruh keluarga yang telah memberi dukungan, doa dan semangat agar dapat menyelesaikan laporan ini dengan baik.
2. Ibu Dr. Mayang Manguri Rahayu., S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, semangat, dan dorongan motivasi sehingga saya dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan baik.
3. Bapak Nurdian Hari Anfasha., S.T. selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, semangat, dan dorongan motivasi sehingga saya dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan baik.
4. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Pasundan yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang bermanfaat bagi saya selama masa perkuliahan.
5. Kepada Tiara, Dezara, Nine, Hermin, Anizar, dan seluruh teman-teman Teknik Lingkungan yang sudah memberikan semangat dan dukungan selama proses pembuatan laporan ini berlangsung.

6. Serta Om Dudung dan seluruh staff prodi Teknik Lingkungan yang selalu memberikan semangat dan bantuan dari awal hingga laporan ini dapat terselesaikan dengan baik.
7. Dan semua pihak-pihak yang telah banyak membantu yang tidak dapat disebutkan satu-satu, terima kasih atas semua bantuan dan dukungannya.

Akhir kata, penulis mengharapkan laporan ini dapat bermanfaat serta memberikan informasi bagi kepentingan akademis maupun sebagai bahan bacaan. Mohon maaf apabila masih terdapat kesalahan dan kekurangan dalam penyusunan laporan ini.

Bandung, Juli 2026

Aryanti Melia Putri

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	I – 1
1.2 Rumusan Masalah	I – 2
1.3 Tujuan Penelitian	I – 3
1.4 Manfaat Penelitian	I – 4
1.5 Ruang Lingkup	I – 4
1.6 Sistematika Penulisan	I – 5
BAB II GAMBARAN UMUM	
2.1 Gambaran Umum Kota Cimahi	II – 1
2.1.1 Wilayah Geografis dan Administrasi	II – 1
2.1.2 Kondisi Topografi	II – 4
2.1.3 Kondisi Klimatologi	II – 4
2.1.4 Kondisi Hidrologi	II – 5
2.1.5 Penggunaan Lahan	II – 5
2.1.6 Kependudukan	II – 6
2.1.6.1 Jumlah Penduduk	II – 6
2.1.6.2 Laju Pertumbuhan Penduduk	II – 6
2.2 TPS, TPST, dan TPS3R Kota Cimahi	II – 7
2.2.1 TPS Cipageran	II – 7
2.2.2 TPST Sentiong	II – 7
2.2.3 TPST Lebak Saat	II – 8
2.2.4 TPS Setiamanah	II – 8
2.2.5 TPS3R Cigugur Tengah	II – 9
2.2.6 TPS3R Melong	II – 9
2.3 Timbulan Sampah dan Komposisi Sampah	II – 10

BAB III TINJAUAN PUSTAKA

3.1	Sistem Pengelolaan Sampah Spesifik di Indonesia	III – 1
3.2	Sampah Bahan Berbahaya dan Beracun Rumah Tangga (SB3RT)	III – 4
	3.2.1 Definisi dan Ruang Lingkup SB3RT	III – 4
	3.2.2 Sumber dan Jenis SB3RT	III – 5
	3.2.3 Karakteristik Bahaya SB3RT	III – 7
	3.2.4 Dampak Lingkungan dan Kesehatan Akibat Pengelolaan SB3RT yang Tidak Tepat	III – 8
	3.2.5 Implikasi SB3RT terhadap Perancangan Sistem Penyimpanan Sementara	III – 8
3.3	Timbulan dan Karakteristik Sampah Bahan Berbahaya dan Beracun Rumah Tangga (SB3RT)	III – 13
	3.3.1 Konsep Timbulan Sampah Bahan Berbahaya dan Beracun Rumah Tangga (SB3RT)	III – 13
	3.3.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Timbulan Sampah Bahan Berbahaya dan Beracun Rumah Tangga (SB3RT)	III – 15
	3.3.3 Metode Proyeksi Timbulan Sampah Bahan Berbahaya dan Beracun (SB3RT) sebagai Dasar Perancangan Sistem Penyimpanan	III – 18
3.4	Persyaratan Teknis Penyimpanan Sementara Sampah Bahan Beracun dan Berbahaya Rumah Tangga (SB3RT)	III – 22
	3.4.1 Persyaratan Regulasi Penyimpanan SB3RT di Indonesia	III – 23
	3.4.2 Prinsip Keselamatan dalam Penyimpanan SB3RT	III – 26
	3.4.3 Kompatibilitas Bahan dan Sistem Zonasi Penyimpanan	III – 31
	3.4.4 Persyaratan Sarana dan Prasarana Penyimpanan	III – 34
	3.4.5 Implikasi Persyaratan Teknis terhadap Perancangan Sistem Penyimpanan	III – 37
3.5	Kriteria Perancangan Sistem Penyimpanan Sementara Sampah Bahan Beracun dan Berbahaya Rumah Tangga (SB3RT)	III – 38

3.6	Pendekatan Perancangan Fasilitas Penyimpanan Sementara Sampah Bahan Beracun dan Berbahaya Rumah Tangga (SB3RT)	III – 43
BAB IV	DASAR PERENCANAAN	
4.1	Analisis Alur Pengelolaan Sampah Eksisting	IV – 1
	4.1.1 Analisis Alur Pengelolaan Sampah	IV – 1
	4.1.2 Analisis Sarana Pengelolaan Sampah	IV – 2
	4.1.3 Evaluasi Sistem Pengumpulan Sampah Spesifik	IV – 3
4.2	Analisis Pemilihan Lokasi Perencanaan	IV – 4
	4.2.1 Identifikasi Lokasi Potensial	IV – 4
	4.2.2 Kriteria Pemilihan Lokasi	IV – 8
	4.2.3 Analisis Kesesuaian Lokasi	IV – 9
	4.2.4 Penetapan Lokasi Perencanaan	IV – 11
4.3	Dasar Perencanaan Sistem Pengumpulan dan Penyimpanan SB3RT	IV – 11
	4.3.1 Analisis Mekanisme Pengumpulan Sampah B3 Rumah Tangga	IV – 11
	4.3.2 Penentuan Wilayah Pelayanan	IV – 14
	4.3.3 Analisis Kebutuhan Ruang	IV – 15
	4.3.4 Analisis Tata Letak Fasilitas	IV – 17
BAB V	PERENCANAAN TEKNIS	
5.1	Konsep Perencanaan Tempat Penyimpanan Sementara Sampah Bahan Berbahaya dan Beracun Rumah Tangga (SB3RT)	V – 1
5.2	Perencanaan Dimensi dan Tata Ruang	V – 2
	5.2.1 Zona Penyimpanan SB3RT	V – 2
	5.2.2 Jalur Inspeksi dan Sirkulasi	V – 4
	5.2.3 Area Penerimaan dan Pencatatan	V – 4
5.3	Perencanaan Akses dan Buka-an	V – 5
	5.3.1 Pintu Utama	V – 5
	5.3.2 Pintu Zona Penyimpanan	V – 5
5.4	Perencanaan Kapasitas dan Sarana Penyimpanan SB3RT	V – 6

	5.4.1 Proyeksi Timbulan SB3RT	V – 6
	5.4.2 Timbulan Berdasarkan Wilayah Pelayanan	V – 10
	5.4.3 Kebutuhan Kapasitas Penyimpanan	V – 13
	5.4.4 Kebutuhan Wadah Penyimpanan	V – 14
	5.4.5 Evaluasi Kapasitas Zona dan Penataan Rak	V – 16
	5.4.6 Penentuan Interval Pengangkutan	V – 19
5.5	Perencanaan Sarana Keselamatan dan Tanggap Darurat	V – 20
	5.5.1 Alat Pemadam Api Ringan (APAR)	V – 20
	5.5.2 <i>Spill Kit</i>	V – 20
	5.5.3 Alat Pelindung Diri (APD) dan P3K	V – 20
	5.5.4 Rambu dan Identifikasi Keselamatan	V – 21
5.6	Perencanaan Ventilasi dan Pencahayaan	V – 21
	5.6.1 Ventilasi	V – 21
	5.6.2 Pencahayaan	V – 21
	5.6.3 Perencanaan Alur Operasional SB3RT	V – 22
BAB VI	SPESIFIKASI TEKNIS DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA	
6.1	Dasar Penyusunan Spesifikasi Teknis	VI – 1
6.2	Rencana Anggaran Biaya	VI – 3
BAB VII	KESIMPULAN DAN SARAN	
7.1	Kesimpulan	VII – 1
7.2	Saran	VII – 2
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Luas Tanah Menurut Peruntukannya di Kota Cimahi	II – 5
Tabel 2.2	Jumlah Penduduk Kota Cimahi	II – 6
Tabel 3.1	Perbandingan Prinsip Keselamatan Penyimpanan SB3RT/HHW di Beberapa Negara Berkembang	III – 30
Tabel 3.2	Penerapan Sistem Chemical Compatibility pada Penyimpanan SB3RT di Indonesia	III – 33
Tabel 3.3	Kriteria Umum Perancangan Sistem Penyimpanan Sementara SB3RT	III – 41
Tabel 3.4	Parameter Desain yang Digunakan dalam Penelitian	III – 42
Tabel 4.1	Analisis Sarana Pengelolaan Sampah Eksisting	IV – 2
Tabel 4.2	Evaluasi Sistem Pengumpulan Sampah Spesifik	IV – 4
Tabel 4.3	Lokasi Potensial Perencanaan	IV – 5
Tabel 4.4	Kriteria Lokasi Perencanaan	IV – 8
Tabel 4.5	Analisis Kesesuaian Lokasi Perencanaan Penyimpanan Sementara SB3RT	IV – 10
Tabel 4.6	Perencanaan Lokasi Dropbox SB3RT Kota Cimahi	IV – 12
Tabel 4.7	Analisis Jarak Titik Dropbox Dengan Lokasi Penyimpanan Sementara SB3RT	IV – 15
Tabel 4.8	Kebutuhan Ruang Penyimpanan Sementara SB3RT	IV – 16
Tabel 4.9	Dasar Penempatan Tata Letak Fasilitas	IV – 17
Tabel 5.1	Komponen Ruang Tempat Penyimpanan Sementara SB3RT	V – 1
Tabel 5.2	Dimensi Zona Penyimpanan Sementara SB3RT	V – 4
Tabel 5.3	Rekapitulasi Dimensi Tata Ruang	V – 5
Tabel 5.4	Rencana Akses Tempat Penyimpanan Sementara SB3RT	V – 6
Tabel 5.5	Rekapitulasi Hasil Proyeksi SB3RT	V – 9
Tabel 5.6	Jumlah Penduduk Berdasarkan Wilayah Pelayanan	V – 10
Tabel 5.7	Hasil Proyeksi Penduduk Wilayah Pelayanan	V – 10
Tabel 5.8	Timbulan SB3RT Berdasarkan Wilayah Pelayanan	V – 12
Tabel 5.9	Asumsi Interval Pengangkutan	V – 13

Tabel 5.10	Perencanaan Wadah Berdasarkan Kelompok SB3RT	V – 15
Tabel 5.11	Kebutuhan Wadah Berdasarkan Interval Pengangkutan	V – 16
Tabel 5.12	Nilai Output Kapasitas Zona dan Penataan Rak	V – 18
Tabel 5.13	Kebutuhan Wadah	V – 19
Tabel 6.1	Spesifikasi Teknis Tempat Penyimpanan Sementara SB3RT	VI – 1
Tabel 6.2	Rencana Anggaran Biaya Pembangunan Fasilitas SB3RT Kota Cimahi (1 Unit)	VI – 3
Tabel 6.3	Rekapitulasi Anggaran Biaya Fasilitas SB3RT	VI – 5

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Persentase Luas Kecamatan di Kota Cimahi	II – 2
Gambar 2.2	Peta Wilayah Administrasi Kota Cimahi	II – 3
Gambar 2.3	TPS Cipageran	II – 7
Gambar 2.4	TPST Sentiong	II – 8
Gambar 2.5	TPST Lebak Saat	II – 8
Gambar 2.6	TPS-3R Cigugur Tengah	II – 9
Gambar 2.7	Proyeksi Timbulan Sampah Kota Cimahi Tahun	II – 10
Gambar 2.8	Komposisi Sampah Kota Cimahi	II – 11
Gambar 4.1	Alur Pengelolaan Sampah	IV – 1
Gambar 4.2	Peta Sebaran Titik Lokasi TPS, TPST dan TPS3R	IV – 7
Gambar 4.3	Peta Lokasi Dropbox	IV – 13
Gambar 4.4	Alur Mekanisme Pengumpulan SB3RT	IV – 14
Gambar 4.5	Diagram Alur Operasional Fasilitas Penyimpanan Sementara SB3RT	IV – 19
Gambar 5.1	Layout Tempat Penyimpanan Sementara SB3RT	V – 23

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengelolaan sampah telah berkembang menjadi salah satu permasalahan utama dalam pembangunan perkotaan berkelanjutan seiring dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk. Menurut *Global Waste Management Outlook 2024* menunjukkan bahwa timbulan sampah padat perkotaan dunia diperkirakan mencapai 2,1 miliar ton per tahun. Karena seiring pertumbuhan penduduk, jumlah tersebut diperkirakan meningkat menjadi lebih dari 3,8 miliar ton pada tahun 2050 apabila sistem pengelolaan sampah tidak dilakukan penanganan secara efektif (UNEP, 2024). Kondisi tersebut tidak hanya meningkatkan beban terhadap kapasitas pengumpulan dan pemrosesan akhir sampah, tetapi juga memperbesar keberadaan kategori sampah yang memerlukan penanganan khusus karena karakteristik bahayanya, termasuk *Household Hazardous Waste* (HHW).

Di Indonesia, pengelolaan sampah diatur melalui Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah yang mengelompokkan sampah menjadi tiga kategori utama, yaitu sampah rumah tangga, sampah sejenis sampah rumah tangga, dan sampah spesifik. Sampah spesifik merupakan sampah yang karena sifat, konsentrasi, volume, atau karakteristik tertentu memerlukan pengelolaan khusus sehingga tidak dapat ditangani dengan pendekatan yang sama seperti sampah domestik pada umumnya. Ketentuan tersebut kemudian diperjelas melalui Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 2020 tentang Pengelolaan Sampah Spesifik, Pasal 2 ayat 1 yang menjelaskan bahwa sampah spesifik meliputi: (1) sampah yang mengandung Bahan Berbahaya dan Beracun (B3); (2) sampah yang mengandung limbah B3; (3) sampah yang timbul akibat bencana; (4) puing bongkaran bangunan; (5) sampah yang secara teknologi belum dapat diolah; dan (6) sampah yang timbul secara tidak periodik. Pengelompokan ini menunjukkan bahwa pemerintah telah mengakui perlunya sistem pengelolaan yang berbeda bagi

sampah dengan karakteristik khusus, termasuk sampah yang mengandung B3 dari aktivitas rumah tangga.

Salah satu komponen penting dari sampah spesifik adalah Sampah Bahan Berbahaya dan Beracun Rumah Tangga (SB3RT) atau *Household Hazardous Waste* (HHW), yaitu limbah yang berasal dari aktivitas domestik namun mengandung bahan berbahaya yang dapat menimbulkan risiko terhadap kesehatan manusia maupun lingkungan apabila tidak dikelola secara tepat. Sampah Bahan Berbahaya dan Beracun Rumah Tangga (SB3RT) umumnya meliputi baterai bekas, lampu bekas, limbah elektronik rumah tangga berukuran kecil, obat kedaluwarsa, pestisida rumah tangga, aerosol, cat, pelarut, oli bekas skala rumah tangga, tinta printer, kosmetik tertentu, serta berbagai produk pembersih berbahan kimia. Seiring meningkatnya penggunaan produk elektronik, peralatan rumah tangga modern, dan bahan kimia domestik, proporsi SB3RT diperkirakan terus meningkat di kawasan perkotaan. Walaupun berbagai studi internasional menunjukkan bahwa *Household Hazardous Waste* (HHW) umumnya hanya berkisar sekitar 0,5–3% dari total timbulan sampah rumah tangga, fraksi tersebut menjadi perhatian karena mengandung logam berat, senyawa organik persisten, pelarut, serta zat toksik lain yang berpotensi mencemari tanah, air, dan udara apabila bercampur dengan sampah domestik (USEPA, 2025; European Commission, 2020; Kumar et al., 2023). Menurut Laporan Akhir Kota Cimahi Tahun 2013, timbulan sampah B3 Rumah Tangga sebesar 0,34% (Kementerian PUPR, 2013).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, permasalahan utama dalam penelitian ini yaitu belum tersedianya sistem penyimpanan sementara SB3RT yang dirancang secara sistematis berdasarkan proyeksi timbulan, karakteristik bahaya, dan persyaratan teknis pengelolaan dalam sistem persampahan Kota Cimahi. Kondisi tersebut menyebabkan SB3RT masih tercampur dengan sampah domestik sehingga meningkatkan potensi risiko pencemaran lingkungan, gangguan terhadap keselamatan petugas persampahan, serta menurunkan efektivitas pengelolaan sampah spesifik.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana kondisi eksisting pengelolaan SB3RT dan penentuan lokasi perencanaan tempat penyimpanan sementara SB3RT di Kota Cimahi?
2. Berapa proyeksi timbulan SB3RT dan kebutuhan pelayanan pada lokasi perencanaan sebagai dasar penentuan kapasitas tempat penyimpanan sementara SB3RT?
3. Bagaimana kebutuhan teknis tempat penyimpanan sementara SB3RT berdasarkan karakteristik bahaya dan persyaratan teknis pengelolaan SB3RT?
4. Bagaimana perencanaan tempat penyimpanan sementara SB3RT berdasarkan kebutuhan kapasitas, dan persyaratan teknis yang telah ditentukan?
5. Bagaimana spesifikasi teknis dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) tempat penyimpanan sementara SB3RT hasil perencanaan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari Tugas Akhir ini yaitu untuk merancang sistem penyimpanan sementara Sampah Bahan Berbahaya dan Beracun Rumah Tangga (SB3RT) berdasarkan proyeksi timbulan, karakteristik bahaya, dan persyaratan teknis pengelolaan pada sistem persampahan Kota Cimahi. Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi kondisi eksisting pengelolaan SB3RT dan menentukan lokasi yang sesuai untuk perencanaan tempat penyimpanan sementara SB3RT di Kota Cimahi.
2. Menganalisis proyeksi timbulan SB3RT dan menentukan pembagian wilayah pelayanan sebagai dasar penentuan kebutuhan kapasitas tempat penyimpanan sementara SB3RT di Kota Cimahi.
3. Menentukan kebutuhan teknis tempat penyimpanan sementara SB3RT berdasarkan karakteristik bahaya dan persyaratan teknis pengelolaan SB3RT.

4. Merencanakan tempat teknis tempat penyimpanan sementara SB3RT berdasarkan kebutuhan kapasitas dan persyaratan teknis yang telah ditentukan.
5. Menentukan spesifikasi teknis dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) tempat penyimpanan sementara SB3RT hasil perencanaan.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut.

1. Menjadi referensi ilmiah dalam pengembangan konsep perancangan sistem penyimpanan sementara Sampah Bahan Berbahaya dan Beracun Rumah Tangga (SB3RT) berdasarkan proyeksi timbulan, karakteristik bahaya, dan persyaratan teknis pengelolaan.
2. Menghasilkan rancangan konseptual sistem penyimpanan sementara SB3RT yang meliputi kebutuhan kapasitas penyimpanan, sistem zonasi, tata letak (*layout*), spesifikasi wadah, pelabelan, serta mekanisme operasional penyimpanan.
3. Menjadi acuan teknis bagi Pemerintah Kota Cimahi dan Dinas Lingkungan Hidup dalam merencanakan fasilitas penyimpanan sementara SB3RT yang aman, efektif, dan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.
4. Mendukung pengembangan sistem persampahan perkotaan yang lebih terintegrasi melalui penyediaan rekomendasi desain penyimpanan sementara yang dapat meminimalkan risiko pencemaran lingkungan dan meningkatkan keselamatan petugas persampahan.
5. Menjadi dasar bagi penelitian lanjutan mengenai pengembangan sistem pengumpulan, pengangkutan, serta pengelolaan SB3RT yang berkelanjutan di Kota Cimahi maupun di daerah perkotaan lainnya.

1.5 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup penelitian ini sebagai berikut.

1. Penelitian difokuskan pada Sampah Bahan Berbahaya dan Beracun Rumah Tangga (SB3RT) yang berasal dari aktivitas rumah tangga di wilayah administrasi Kota Cimahi.
2. Perancangan dilakukan terhadap sistem penyimpanan sementara SB3RT sebagai bagian dari sistem persampahan perkotaan sebelum limbah diserahkan kepada pengelola limbah B3 yang berizin.

3. Dasar perancangan meliputi proyeksi timbunan SB3RT, karakteristik bahaya setiap jenis SB3RT, serta persyaratan teknis penyimpanan berdasarkan peraturan perundang-undangan, standar teknis, dan literatur ilmiah yang relevan.
4. Hasil penelitian berupa rancangan konseptual sistem penyimpanan sementara yang mencakup kebutuhan kapasitas penyimpanan, sistem zonasi, tata letak (*layout*), spesifikasi wadah, sistem pelabelan, mekanisme operasional, serta aspek keselamatan.
5. Penelitian tidak membahas analisis struktur bangunan secara rinci, perencanaan anggaran biaya konstruksi, desain mekanikal dan elektrikal, analisis ekonomi, maupun proses pengolahan dan pemusnahan akhir limbah B3 setelah keluar dari fasilitas penyimpanan sementara.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan pada laporan Tugas Akhir II ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang penjelasan mengenai latar belakang, rumusan masalah, maksud dan tujuan, ruang lingkup, waktu dan tempat, serta sistematika penulisan laporan.

BAB II GAMBARAN UMUM

Berisi tentang gambaran umum Kota Cimahi seperti letak geografis, topografi, sarana dan prasarana Persampahan Kota Cimahi.

BAB III TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang kumpulan teori, konsep, peraturan perundang-undangan, hasil penelitian terdahulu, serta dasar-dasar teknis yang berkaitan dengan Sampah Bahan Berbahaya dan Beracun Rumah Tangga (SB3RT) dan perancangan sistem penyimpanan sementara.

BAB IV DASAR PERENCANAAN

Jenis pendekatan penelitian dengan menggunakan deskriptif kualitatif, evaluasi kebijakan, analisis teknis dan persampahan. Lokasi dan waktu penelitian, jenis data yaitu primer: wawancara

DLH, TPS3R, RW, dan sekunder yaitu: BPS, DLH, KLHK., teknik pengumpulan data, observasi lapangan, wawancara, studi dokumen, survey, teknik analisis, analisis kebijakan, analisis teknis 5 sub sistem, proyeksi timbulan sampah bahan berbahaya dan beracun rumah tangga (SB3RT), matriks kesesuaian regulasi, benchmarking daerah lain dan gap analysis.

BAB V PERENCANAAN TEKNIS

Berisikan tentang perencanaan teknis perancangan sistem penyimpanan sementara sampah bahan berbahaya dan beracun di Kota Cimahi.

BAB VI SPESIFIKASI TEKNIS DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA

Berisi tentang spesifikasi teknis dan rencana anggaran biaya untuk perancangan sistem penyimpanan sementara sampah bahan berbahaya dan beracun rumah tangga di Kota Cimahi.

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

Berisikan tentang Kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dibahas serta beberapa saran sehubungan dengan hasil penelitian yang dapat dijadikan pertimbangan untuk penelitian pengembangan selanjutnya.

BAB II

GAMBARAN UMUM

2.1 Gambaran Umum Kota Cimahi

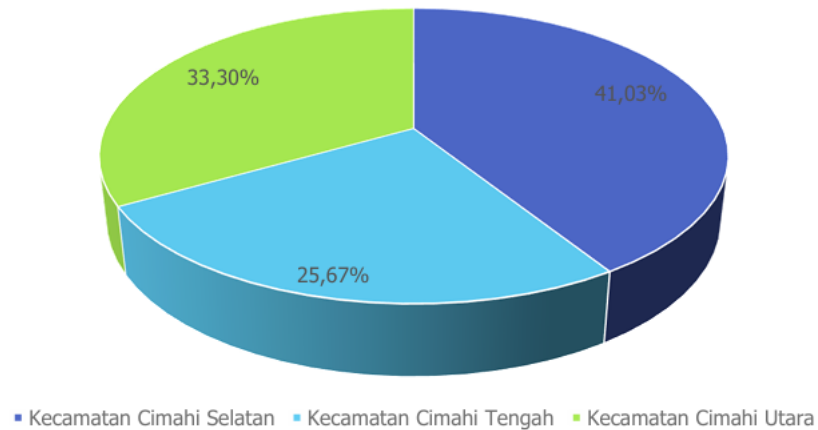
2.1.1 Wilayah Geografis dan Administrasi

Letak astronomis wilayah Kota Cimahi yakni berada di 107°30'37" - 107°34'34" Bujur Timur dan 6°49'38" – 6°55'58" Lintang Selatan. Kota Cimahi adalah sebuah kota yang berada di Provinsi Jawa Barat, Indonesia. Kota Cimahi disebut sebagai penyangga bagi Kota Bandung karena letaknya hanya sekitar 7,5 km dari Kota Bandung. Letak Kota Cimahi juga sangat strategis karena didukung oleh beberapa jalur kegiatan ekonomi regional, pertama jalan nasional yang menghubungkan Kota Bandung dan Kota Jakarta, kedua jalan tol Cileunyi Padalarang-Purwakarta, dan ketiga jalur kereta api Bandung-Jakarta (Peraturan Wali Kota Cimahi Nomor 12 Tahun 2022). Luas Kota Cimahi secara keseluruhan mencapai 42,43 km² (4.243 Ha) dengan batas-batas wilayahnya, sebagai berikut:

- a. Sebelah Utara berbatasan dengan Kecamatan Parongpong, Kecamatan Cisarua, dan Kecamatan Ngamprah Kabupaten Bandung Barat.
- b. Sebelah Timur berbatasan dengan Kecamatan Sukasari, Kecamatan Sukajadi, Kecamatan Cicendo, dan Kecamatan Andir Kota Bandung.
- c. Sebelah Selatan berbatasan dengan Kecamatan Margaasih Kabupaten Bandung, Kecamatan Batujajar Kabupaten Bandung Barat, dan Kecamatan Bandung Kulon Kota Bandung.
- d. Sebelah Barat berbatasan dengan Kecamatan Padalarang, Kecamatan Batujajar, dan Kecamatan Ngamprah Kabupaten Bandung Barat.

Kota Cimahi terbagi menjadi 3 kecamatan, Kecamatan Cimahi Selatan memiliki lahan yang paling luas jika dibandingkan dengan dua kecamatan lainnya yaitu 17,41 km² atau setara dengan 41,03 persen dari luas Kota Cimahi. Kecamatan Cimahi Utara dengan luas 14,13 km² dan Kecamatan

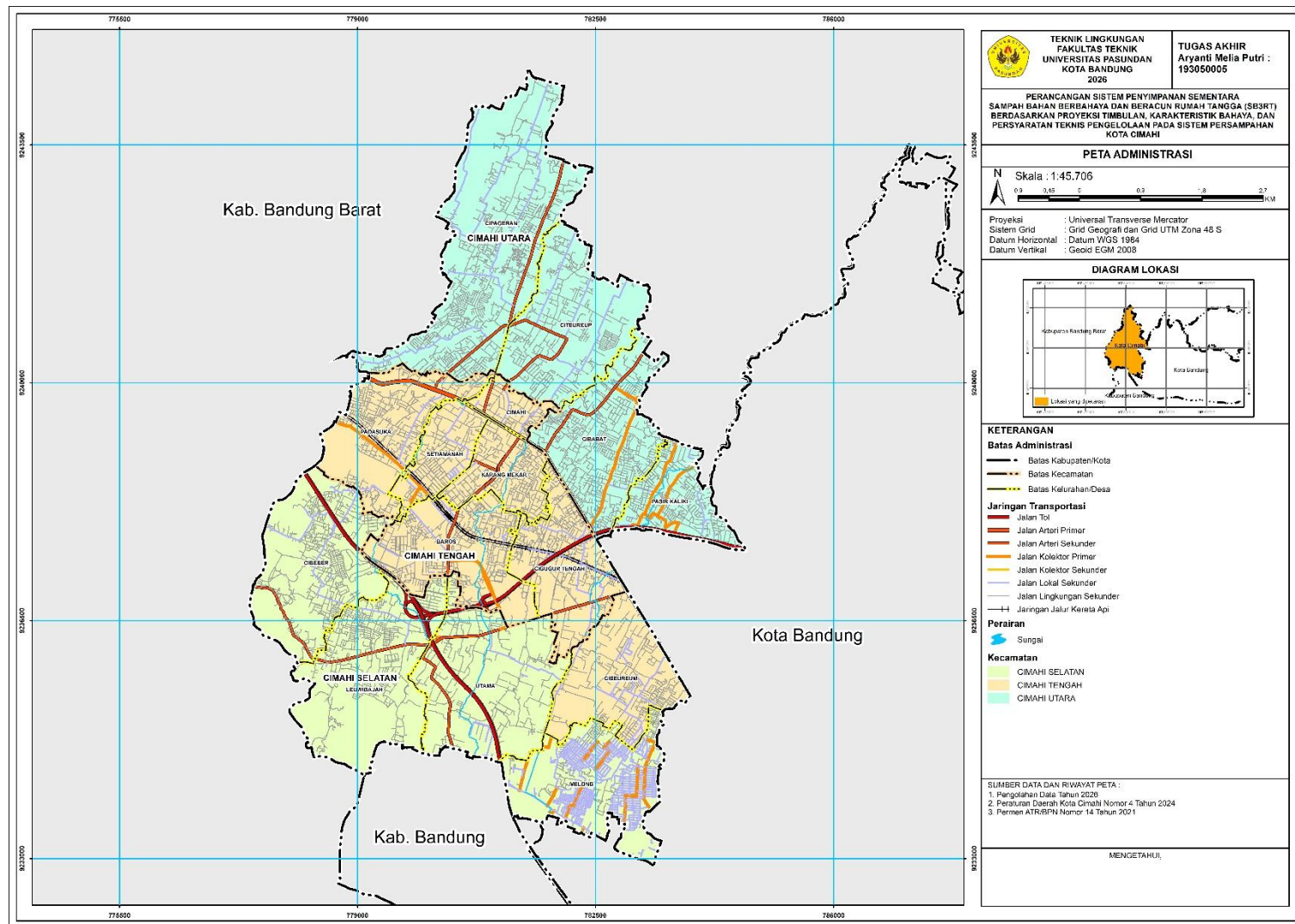
Cimahi Tengah dengan persentase paling kecil yaitu 10,89 km² atau 25,67 persen dari luas Kota Cimahi (Kota Cimahi dalam Angka, 2025). Persentase wilayah administrasi Kota Cimahi dapat dilihat pada **Gambar 2.1**.



Gambar 2.1 Persentase Luas Kecamatan di Kota Cimahi

(sumber : DIKPLHD, 2025)

Kota Cimahi termasuk ke dalam wilayah Provinsi Jawa Barat dan meliputi 3 Kecamatan yang terdiri atas 15 Kelurahan yaitu; Kecamatan Cimahi Selatan terdiri atas 5 kelurahan, Kecamatan Cimahi Tengah terdiri atas 6 kelurahan, dan Kecamatan Cimahi Utara terdiri atas 4 kelurahan (Kota Cimahi dalam Angka, 2025). Peta wilayah administrasi Kota Cimahi dapat dilihat pada **Gambar 2.2**.



Gambar 2.2 Peta Wilayah Administrasi Kota Cimahi

2.1.2 Kondisi Topologi

Topografi wilayah Kota Cimahi merupakan lembah cekungan yang relatif melandai ke arah selatan selaras dengan arah aliran air permukaan. Ketinggian di bagian utara mencapai 1.040 mdpl (Kelurahan Cipageran, Kecamatan Cimahi Utara), yang berupa lereng kaki kompleks pegunungan Gunung Burangrang dan Gunung Tangkuban Perahu serta ketinggian di bagian selatan sekitar ± 685 mdpl (Kelurahan Melong Kecamatan Cimahi Selatan) yang mengarah ke Sungai Citarum.

Kota Cimahi memiliki kondisi topografi ketinggian yang beragam mulai dari 685 mdpl hingga 1.075 mdpl, hal ini menjadi pendorong timbulnya risiko bencana di suatu wilayah, seperti bencana tanah longsor dan banjir di dataran yang lebih rendah. Keadaan topografi seperti ini akan diperburuk dengan perubahan lahan yang mengganggu kestabilan tanah, seperti dibangunnya perumahan atau bangunan lainnya. Di wilayah Kota Bandung terdapat struktur Sesar Lembang dengan Panjang jalur sesar yang mencapai 30 Km. Wilayah Kecamatan Cimahi Utara termasuk ke dalam wilayah yang berisiko gempa cukup tinggi.

Dilihat dari kemiringan lerengnya, Kota Cimahi memiliki kemiringan lereng 0-2% dominan terletak di Kecamatan Cimahi Tengah dan Cimahi Selatan. Daerah yang memiliki kemiringan lereng 2-15% dominan terletak di wilayah Kecamatan Cimahi Utara. Daerah yang memiliki kemiringan lereng 15-25%, 25-40% dan lebih besar dari 40% tersebar merata di seluruh Kota Cimahi yang total luasnya tidak lebih dari 4 Ha.

2.1.3 Kondisi Klimatologi

Kota Cimahi dan sekitarnya memiliki iklim tropis, dengan adanya musim kemarau selama bulan Juni – September serta musim penghujan berlangsung pada periode Oktober – Mei. Rata-rata curah hujan tahunan pada setiap wilayah di sekitar Kota Cimahi bervariasi tergantung dari elevasi permukaan tanah. Pada elevasi $\pm 700 - 850$ mdpl, curah hujan bervariasi antara 1.700 – 3.000 mm/tahun, sedangkan pada elevasi > 850 mdpl hingga puncak pegunungan ($+3.000$ m) curah hujan mencapai 3.000 – 4.000 mm/tahun.

2.1.4 Kondisi Hidrologi

Kondisi hidrologi Kota Cimahi secara umum dibagi menjadi 2 jenis yaitu air permukaan dan air tanah. Kota Cimahi terletak di hulu Sungai Citarum merupakan bagian dari Daerah Cekungan Bandung dan salah satu daerah Lembah Sungai Citarum. Sungai yang melalui Kota Cimahi adalah Sungai Cimahi dengan debit air rata-rata 3.830 l/dt. Anak sungai yang melalui Kota Cimahi ada lima yaitu Sungai Cisangkan, Sungai Cibereum, Sungai Cihaur, Sungai Cilember, dan Sungai Cimahi.

2.1.5 Penggunaan Lahan

Berdasarkan Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Kota Cimahi tahun 2025, secara umum jenis kegiatan kecamatan Cimahi Utara diarahkan untuk perumahan, Pendidikan, dan pelayanan umum. Kecamatan Cimahi Tengah, jenis kegiatannya diarahkan untuk perdagangan dan jasa, pemerintahan, serta Pendidikan. Kecamatan Cimahi Selatan, jenis kegiatannya diarahkan untuk industri, perumahan, Pendidikan, dan pelayanan umum. Secara keseluruhan penggunaan lahan di Kota Cimahi, dapat dilihat pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1 Luas Tanah Menurut Peruntukannya di Kota Cimahi

No	Jenis Penggunaan Baru	Luas (Ha)
1	pemukiman	2.953,77
2	Industri	530,37
3	Perkebunan	135,67
4	Semak Belukar	158,31
5	Tanah Kosong	129,63
6	Perairan/kolam	5,71
7	Lainnya (sebutkan)	
	- Lapangan	56,20
	- Sawah	323,25
	- Situ	0,62
	- Tegalan/Ladang	445,12
	- Jalan Arteri Primer	5,56

No	Jenis Penggunaan Baru	Luas (Ha)
	- Jalan Tol	29,31

(Sumber : DIKPLHD, 2025)

2.1.6 Kependudukan

Pertumbuhan penduduk Kota Cimahi menjadi salah satu faktor pendorong (*driving force*) dalam kerangka DPSIR yang berpotensi memperparah kerentanan terhadap bencana perkotaan, baik bencana hidrometeorologi seperti banjir maupun bencana sosial di kawasan padat. Data ini mengindikasikan pentingnya perencanaan tata ruang, penguatan sistem mitigasi, dan kesiapsiagaan bencana yang adaptif terhadap tekanan populasi yang terus meningkat.

2.1.6.1 Jumlah Penduduk

Menurut data BPS Kota Cimahi Dalam Angka 2026, jumlah penduduk pada tahun 2026 yaitu berjumlah 613.954 jiwa. Jumlah penduduk setiap kecamatan yaitu dilihat pada **Tabel 2.2** berikut.

Tabel 2.2 Jumlah Penduduk Kota Cimahi Berdasarkan Kecamatan

Kecamatan	Penduduk
Cimahi Utara	184.483
Cimahi Tengah	170.300
Cimahi Selatan	259.171
Total	613.954

Sumber : BPS Kota Cimahi, 2026

2.1.6.2 Laju Pertumbuhan Penduduk

Menurut data BPS Kota Cimahi Dalam Angka 2026, laju pertumbuhan penduduk Kota Cimahi rata-rata sebesar 1,37 % pertahun, pada Kecamatan Cimahi Utara sebesar 1.89%, Kecamatan Cimahi Tengah sebesar 0,90%, Kecamatan Cimahi Selatan sebesar 1,27%.

2.2 TPS, TPST, TPS3R Kota Cimahi

2.2.1 TPS Cipageran (SPA Sangkuriang)

TPS Cipageran ini disebut juga dengan Stasiun Peralihan Antara Persampahan Cimahi (SPA Sangkuriang) merupakan fasilitas perantara dalam sistem pengelolaan sampah perkotaan yang berfungsi untuk menerima, memilah, mereduksi, dan memindahkan sampah dari sarana pengumpulan skala lingkungan RT atau RW ke sarana pengangkutan berskala besar sebelum dikirim ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). SPA Sangkuriang ini memiliki luas $\pm 144 \text{ m}^2$ dan memiliki kapasitas pengelolaan sampah harian sebesar 8 ton.



Gambar 2.3 TPS Cipageran

2.2.2 TPST Sentiong

TPST Sentiong yaitu fasilitas pengolahan sampah terpadu berskala kota yang terletak di Kota Cimahi. TPS Sentiong ini berfokus pada pemrosesan dan konversi sampah menjadi produk bernilai guna atau energi, sehingga secara drastis mengurangi jumlah sampah yang dikirim ke TPA Regional (TPA Sarimukti). TPS Sentiong ini memiliki luas $\pm 2.901 \text{ m}^2$. TPST Sentiong ini juga menggunakan Teknologi *Refused Derive Fuel* (RDF) dengan kapasitas 50 ton sampah per hari, pengolahan sampah organik Biokonversi dan Kompos dengan menggunakan maggot BSF, dan pengolahan residu.



Gambar 2.4 TPS Sentiong

2.2.3 TPST Lebak Saat

TPST Lebak Saat merupakan fasilitas pengolahan sampah terpadu yang berlokasi di Kecamatan Cimahi Utara yang berfokus pada pengolahan sampah organik dan pemanfaatan biomassa. Peran strategis TPST Lebak Saat ini meminimalisir pengiriman sampah organik ke TPA Regional Sarimukti guna mencegah pembentukan gas metana dan air lindi berlebih. TPST Lebak Saat memiliki luas $\pm 600 \text{ m}^2$ dengan kapasitas 10 ton per hari.



Gambar 2.5 TPST Lebak Saat

2.2.4 TPS Setiamanah

TPS Setiamanah adalah fasilitas tempat penampungan sementara dan pengolahan sampah berbasis Masyarakat yang melayani kawasan pemukiman padat di Kelurahan Setiamanah, Kecamatan Cimahi Tengah. TPA tersebut memegang peran penting sebagai titik kumpul pertama bagi sampah rumah tangga dan area komunal skala kecil di kawasan perkotaan

sebelum masuk ke sistem pengangkutan kota atau fasilitas pengolahan utama. TPST Setiamanah memiliki luas $\pm 110,5 \text{ m}^2$.

2.2.5 TPS3R Cigugur Tengah

TPS-3R Cigugur Tengah terletak di dekat pinggir, pemukiman sekolah. Lokasinya masih tergolong mudah dilalui oleh sarana pengangkutan sampah dari wilayah sekitarnya. TPS-3R Cigugur Tengah ini memiliki luas $\pm 450 \text{ m}^2$.



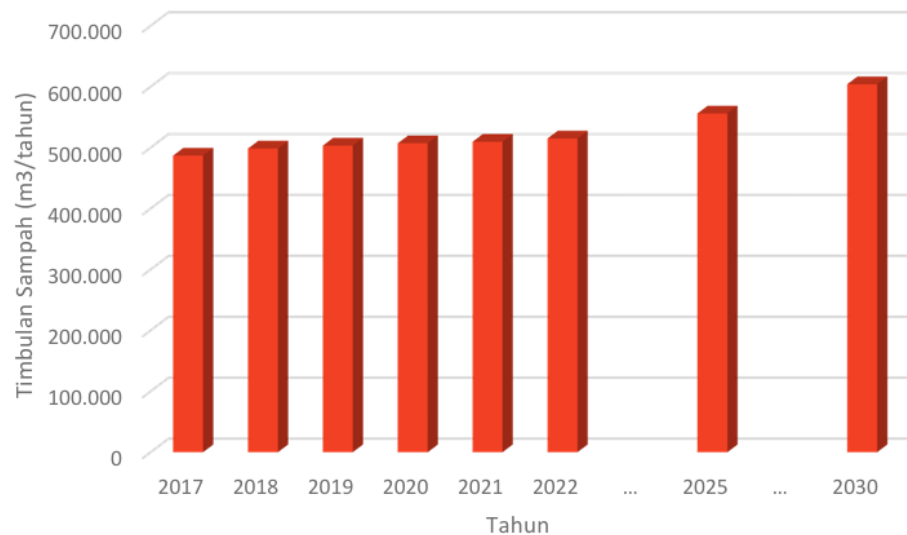
Gambar 2.6 TPS-3R Cigugur Tengah

2.2.6 TPS 3R Melong

TPS 3R Melong memiliki focus utama pada pengolahan sampah organik dengan menggunakan metode Maggotisasi dan composting. TPS-3R Melong ini memiliki luas $\pm 463,03 \text{ m}^2$ dengan kapasitas sampah perharinya sebesar 8 ton. TPS 3R Melong ini berfokus pada pengolahan lanjutan, terutama dalam menghasilkan *Refused Derive Fuel* (RDF) dari sampah anorganik yang telah dihancurkan melalui dua tahap pencacahan dengan mesin crusher.

2.3 Timbulan dan Komposisi Sampah

Pertumbuhan penduduk menjadi salah satu yang mempengaruhi kondisi lingkungan suatu kota. Timbulan sampah di Kota Cimahi pun tiap tahun semakin meningkat seperti **Gambar 2.7**.

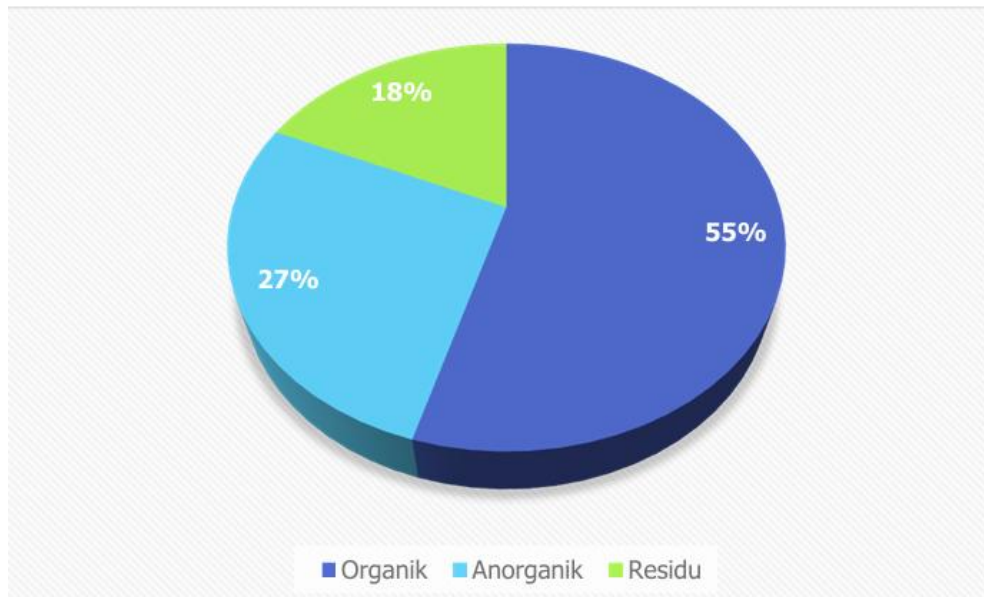


Gambar 2.7 Proyeksi Timbulan Sampah Kota Cimahi Pertahun

(Sumber: Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (DIKPLHD) Kota Cimahi, 2025)

Timbulan sampah pada tahun 2024 mencapai 1.449,17 m³ per hari dan akan terus meningkat. Sebagian besar sampah di Kecamatan Cimahi Selatan menimbulkan lebih banyak sampah karena jumlah penduduknya lebih banyak dari dua kecamatan lainnya. Kecamatan Cimahi Tengah dan Kecamatan Cimahi Utara masing-masing berkontribusi 29% timbulan sampah di Kota Cimahi, sedangkan Kecamatan Cimahi Selatan berkontribusi sebanyak 42% timbulan sampah Kota Cimahi.

Komposisi sampah yang dihasilkan masyarakat Kota Cimahi masih mendominasi sampah organik yang mencapai 55%. Sampah organik dapat dimanfaatkan menjadi kompos, gas metana (kompor)/biodigester, pupuk cair, sedangkan anorganik banyak yang mempunyai nilai ekonomi, bisa didaur ulang atau digunakan kembali. Komposisi sampah Kota Cimahi dapat dilihat pada **Gambar 2.8**.



Gambar 2.8 Komposisi Sampah Kota Cimahi

(Sumber : Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (DIKPLHD) Kota Cimahi, 2025)

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Sistem Pengelolaan Sampah Spesifik di Indonesia

Pengelolaan sampah merupakan rangkaian kegiatan yang sistematis dan berkelanjutan yang meliputi pengurangan dan penanganan sampah untuk melindungi kesehatan masyarakat serta menjaga kualitas lingkungan hidup. Di Indonesia, penyelenggaraan pengelolaan sampah secara nasional diatur melalui Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, yang menjadi landasan hukum perubahan paradigma pengelolaan sampah dari pendekatan *end-of-pipe* menuju pengelolaan yang berorientasi pada pengurangan di sumber, pemanfaatan kembali sumber daya, serta penerapan prinsip pembangunan berkelanjutan. Melalui undang-undang tersebut, pengelolaan sampah tidak lagi hanya difokuskan pada kegiatan pengumpulan dan pembuangan akhir, tetapi mencakup keseluruhan siklus pengelolaan mulai dari pengurangan, pemilahan, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan, hingga pemrosesan akhir.

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008, sampah dikelompokkan menjadi tiga kategori utama, yaitu sampah rumah tangga, sampah sejenis sampah rumah tangga, dan sampah spesifik. Sampah rumah tangga merupakan sampah yang berasal dari kegiatan sehari-hari dalam rumah tangga, sedangkan sampah sejenis sampah rumah tangga berasal dari kawasan komersial, kawasan industri, fasilitas sosial, fasilitas umum, maupun kawasan lainnya yang memiliki karakteristik serupa dengan sampah domestik. Berbeda dengan kedua kategori tersebut, sampah spesifik merupakan sampah yang karena sifat, konsentrasi, volume, atau karakteristik tertentu memerlukan pengelolaan secara khusus sehingga tidak dapat ditangani menggunakan sistem persampahan konvensional. Pengelompokan ini menjadi dasar penting dalam pengembangan sistem pengelolaan sampah di Indonesia karena setiap kategori memiliki pendekatan teknis dan kelembagaan yang berbeda.

Ketentuan mengenai sampah spesifik kemudian diperjelas melalui Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 2020 tentang Pengelolaan Sampah Spesifik sebagai amanat Pasal 23 Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008. Peraturan tersebut menjelaskan bahwa sampah spesifik meliputi: (1) sampah yang mengandung Bahan Berbahaya dan Beracun (B3); (2) sampah yang mengandung limbah B3; (3) sampah yang timbul akibat bencana; (4) puing bongkaran bangunan; (5) sampah yang secara teknologi belum dapat diolah; dan (6) sampah yang timbul secara tidak periodik. Keenam kategori tersebut memerlukan metode penanganan yang berbeda karena karakteristik bahaya, volume, maupun frekuensi timbulannya tidak dapat dikelola menggunakan sistem persampahan umum. Oleh karena itu, PP Nomor 27 Tahun 2020 menekankan bahwa pengelolaan sampah spesifik harus dilakukan melalui pendekatan yang disesuaikan dengan karakteristik masing-masing jenis sampah, termasuk penyediaan sarana penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan, dan pengolahan yang memenuhi persyaratan teknis.

Sebagai tindak lanjut implementasi kebijakan tersebut, pemerintah juga mengembangkan Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) melalui Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 6 Tahun 2022. Sistem ini berfungsi sebagai basis data nasional untuk mendukung perencanaan, pemantauan, dan evaluasi pengelolaan sampah di tingkat kabupaten/kota. Melalui SIPSN, pemerintah daerah didorong untuk meningkatkan kualitas inventarisasi timbulan, komposisi, dan pengelolaan sampah sebagai dasar penyusunan kebijakan serta pengembangan infrastruktur persampahan yang lebih efektif. Walaupun demikian, data mengenai fraksi Sampah Bahan Berbahaya dan Beracun Rumah Tangga (SB3RT) masih relatif terbatas karena pada sebagian besar daerah pencatatannya masih bergabung dengan kategori sampah domestik.

Dalam perkembangannya, pemerintah menerbitkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 9 Tahun 2024 mengenai pengelolaan sampah yang mengandung Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) dan limbah B3 sebagai pelaksanaan lebih lanjut dari PP Nomor 27 Tahun 2020. Regulasi ini memberikan arahan teknis mengenai penanganan sampah yang mengandung B3, termasuk aspek pemilahan, penyimpanan, pengemasan, pelabelan, pengangkutan, hingga penyerahan kepada pengelola yang memiliki izin. Kehadiran regulasi

tersebut menunjukkan bahwa pemerintah mulai memperkuat aspek operasional pengelolaan sampah spesifik, termasuk fraksi yang berasal dari aktivitas rumah tangga.

Di antara berbagai jenis sampah spesifik tersebut, Sampah Bahan Berbahaya dan Beracun Rumah Tangga (SB3RT) atau *Household Hazardous Waste (HHW)* menjadi salah satu fraksi yang memperoleh perhatian khusus. SB3RT berasal dari aktivitas domestik sehari-hari, namun mengandung bahan berbahaya seperti logam berat, pelarut organik, senyawa korosif, bahan mudah terbakar, maupun zat toksik yang berpotensi mencemari lingkungan apabila tercampur dengan sampah rumah tangga biasa. Contoh SB3RT meliputi baterai bekas, lampu fluoresen, limbah elektronik rumah tangga berukuran kecil, obat kedaluwarsa, pestisida rumah tangga, cat, aerosol, tinta printer, pelarut, serta berbagai produk pembersih berbahan kimia. Ferronato dan Torretta (2019) menjelaskan bahwa HHW merupakan salah satu komponen paling kritis dalam sistem persampahan perkotaan karena meskipun proporsinya relatif kecil, karakteristik bahayanya mampu meningkatkan risiko pencemaran tanah, air, udara, serta paparan terhadap petugas persampahan dan masyarakat apabila tidak dipisahkan sejak sumbernya.

Berbagai penelitian juga menunjukkan bahwa pendekatan pengelolaan SB3RT telah bergeser dari sekadar pengangkutan menuju integrated hazardous waste management, yaitu sistem yang menempatkan pemilahan, penyimpanan sementara, pengumpulan terpisah, serta pengendalian risiko sebagai bagian yang tidak terpisahkan dari sistem persampahan perkotaan. Corvellec (2018) menjelaskan bahwa sistem persampahan modern harus mampu mengelola berbagai fraksi sampah berdasarkan karakteristik materialnya, sedangkan Ferronato dan Torretta (2019) menekankan pentingnya penyediaan fasilitas penyimpanan sementara sebelum limbah berbahaya memasuki rantai pengangkutan. Sejalan dengan itu, berbagai studi terbaru di kawasan Asia menunjukkan bahwa keberhasilan pengelolaan HHW lebih ditentukan oleh kesiapan infrastruktur penyimpanan dan sistem pengumpulan dibandingkan hanya oleh keberadaan regulasi (Kumar et al., 2023). Sebenarnya Indonesia telah memiliki kerangka regulasi yang relatif lengkap melalui Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008, PP Nomor 27 Tahun 2020, serta regulasi turunannya, implementasi pengelolaan

SB3RT di tingkat daerah masih menghadapi berbagai tantangan. Sebagian besar pemerintah daerah masih memfokuskan pelayanan persampahan pada sampah domestik secara umum, sementara sistem penyimpanan sementara khusus untuk SB3RT belum tersedia secara memadai. Akibatnya, sebagian besar SB3RT masih tercampur dalam aliran sampah domestik sejak dari sumber hingga Tempat Pemrosesan Akhir (TPA), sehingga meningkatkan potensi pencemaran lingkungan dan risiko kesehatan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pengembangan sistem penyimpanan sementara SB3RT merupakan salah satu komponen yang masih perlu diperkuat dalam implementasi pengelolaan sampah spesifik di Indonesia dan menjadi dasar penting bagi perancangan sistem pada penelitian ini.

3.2 Sampah Bahan Berbahaya dan Beracun Rumah Tangga (SB3RT)

3.2.1 Definisi dan Ruang Lingkup SB3RT

Di Indonesia, istilah Sampah Bahan Berbahaya dan Beracun Rumah Tangga (SB3RT) merupakan bagian dari sampah yang mengandung Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) sebagaimana diatur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 2020 tentang Pengelolaan Sampah Spesifik. Regulasi tersebut menyatakan bahwa sampah yang mengandung B3 meliputi produk rumah tangga yang mengandung B3 dan tidak digunakan lagi, bekas kemasan produk yang mengandung B3, barang elektronik yang tidak digunakan lagi, serta produk atau kemasan lain yang mengandung B3 dan telah menjadi sampah. Pengelolaannya dilakukan melalui pengurangan dan penanganan dengan tahapan pemilahan, penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan, dan pemrosesan akhir sesuai karakteristik bahayanya.

Ketentuan tersebut dipertegas melalui Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 9 Tahun 2024 yang mewajibkan pemilahan sampah yang mengandung B3 sejak dari sumber untuk mengurangi risiko pencemaran lingkungan dan dampak terhadap kesehatan manusia. Regulasi ini juga memperkenalkan Tempat Penampungan Sementara Sampah Spesifik B3 (TPSSS-B3) sebagai fasilitas sebelum sampah diserahkan kepada pengumpul, pemanfaat, pengolah, atau penimbun limbah B3 berizin.

Dengan demikian, penyimpanan sementara tidak lagi dipandang sebagai aktivitas administratif, tetapi menjadi bagian integral dari sistem pengelolaan sampah spesifik.

Dalam literatur internasional, istilah yang digunakan adalah *Household Hazardous Waste* (HHW), yaitu limbah yang berasal dari aktivitas rumah tangga tetapi memiliki karakteristik mudah terbakar, korosif, reaktif, atau beracun sehingga memerlukan pengelolaan khusus. Ferronato dan Torretta (2019) menyatakan bahwa HHW merupakan salah satu fraksi paling kritis dalam sistem persampahan perkotaan karena walaupun jumlahnya kecil, dampaknya terhadap kesehatan manusia dan lingkungan sangat signifikan apabila bercampur dengan sampah domestik. Kumar et al. (2023) juga menunjukkan bahwa peningkatan konsumsi produk kimia rumah tangga dan perangkat elektronik menyebabkan HHW menjadi salah satu fraksi sampah yang pertumbuhannya paling cepat di kawasan perkotaan.

3.2.2 Sumber dan Jenis SB3RT

SB3RT berasal dari penggunaan berbagai produk rumah tangga yang setelah habis masa pakainya masih mengandung bahan berbahaya. Berdasarkan Permen LHK Nomor 9 Tahun 2024, kelompok tersebut meliputi produk rumah tangga yang mengandung B3, bekas kemasan produk B3, barang elektronik yang tidak digunakan lagi (*e-waste*), serta produk lain yang mengandung B3 dan telah menjadi sampah.

Dalam praktiknya, SB3RT mencakup baterai bekas, lampu fluoresen, lampu yang mengandung merkuri, obat kedaluwarsa, aerosol, pestisida rumah tangga, cat, pelarut, tinta printer, oli bekas skala rumah tangga, serta limbah elektronik seperti telepon genggam, charger, kabel, adaptor, dan peralatan elektronik kecil. Penelitian Fionita dan Juwana (2018) menunjukkan bahwa baterai, lampu, dan limbah elektronik merupakan fraksi yang paling sering ditemukan bercampur dengan sampah domestik di Indonesia. Hasil penelitian yang lebih baru juga menunjukkan bahwa peningkatan konsumsi perangkat elektronik rumah tangga menyebabkan proporsi limbah elektronik domestik terus meningkat, terutama di kawasan perkotaan.

Perkembangan penelitian mengenai Household Hazardous Waste (HHW) selama satu dekade terakhir menunjukkan adanya pergeseran paradigma dari sekadar identifikasi timbulan menuju pengembangan sistem pengelolaan yang terintegrasi. Kajian awal lebih banyak menitikberatkan pada estimasi komposisi dan kuantitas HHW, sedangkan penelitian terbaru mulai mengintegrasikan aspek penilaian risiko, tata kelola kelembagaan, ekonomi sirkular, dan desain fasilitas pengelolaan. Kumar et al. (2023) menyatakan bahwa pengelolaan limbah berbahaya yang berkelanjutan tidak lagi hanya berorientasi pada pengolahan akhir (end-of-pipe treatment), tetapi harus menerapkan pendekatan preventif melalui pemilahan sejak sumber, penyimpanan yang aman, pengumpulan terpisah, serta integrasi dengan prinsip ekonomi sirkular. Pendekatan tersebut memungkinkan pengurangan risiko lingkungan sekaligus meningkatkan peluang pemanfaatan kembali material yang masih memiliki nilai ekonomi.

Di kawasan Asia, karakteristik pengelolaan HHW menunjukkan tantangan yang relatif serupa, yaitu rendahnya tingkat pemilahan di tingkat rumah tangga, keterbatasan fasilitas penyimpanan sementara, serta dominasi sektor informal dalam rantai pengelolaan limbah. Tinjauan sistematis oleh Manggali dan Susanna (2019) menunjukkan bahwa sebagian besar negara berkembang di Asia masih mencampurkan HHW dengan sampah domestik karena belum tersedianya sistem pengumpulan dan penyimpanan khusus. Menariknya, penelitian tersebut juga menyimpulkan bahwa peningkatan kesadaran masyarakat saja tidak cukup untuk memperbaiki pengelolaan HHW apabila tidak diikuti oleh penyediaan infrastruktur, regulasi operasional, dan mekanisme pelayanan yang memadai. Dengan demikian, keberhasilan pengelolaan HHW sangat bergantung pada kesiapan sistem, bukan hanya pada perubahan perilaku masyarakat.

Penelitian yang lebih mutakhir juga menunjukkan bahwa penyimpanan sementara merupakan salah satu mata rantai yang paling sering diabaikan dalam sistem pengelolaan HHW. Jawjit et al. (2024) menemukan bahwa sebagian besar risiko kesehatan dan lingkungan berasal dari tahap penyimpanan dan penanganan awal sebelum limbah dikumpulkan oleh

pengelola resmi. Risiko tersebut meliputi kebocoran bahan kimia, pencampuran limbah yang tidak kompatibel, paparan terhadap petugas pengangkut, serta kontaminasi tanah dan air akibat penyimpanan yang tidak memenuhi persyaratan teknis. Oleh karena itu, berbagai negara mulai mengembangkan pendekatan risk-based storage design, yaitu sistem penyimpanan yang dirancang berdasarkan jenis limbah, karakteristik bahaya, volume timbulan, serta jalur paparan yang mungkin terjadi.

Dalam konteks Indonesia, kerangka regulasi mengenai pengelolaan sampah spesifik telah mengalami perkembangan yang cukup signifikan melalui Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008, Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 2020, serta Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 9 Tahun 2024. Namun demikian, sebagian besar penelitian nasional masih berfokus pada identifikasi timbulan, perilaku masyarakat, atau evaluasi kebijakan, sedangkan penelitian yang menghasilkan rancangan teknis penyimpanan sementara SB3RT masih sangat terbatas. Kesenjangan tersebut menunjukkan bahwa masih diperlukan penelitian yang mampu menerjemahkan ketentuan regulasi ke dalam parameter desain yang aplikatif, seperti penentuan kapasitas penyimpanan, sistem zonasi berdasarkan kompatibilitas bahaya, spesifikasi wadah, tata letak fasilitas, serta mekanisme operasional penyimpanan sementara. Atas dasar tersebut, penelitian ini diarahkan untuk mengembangkan rancangan konseptual sistem penyimpanan sementara SB3RT yang sesuai dengan karakteristik timbulan dan persyaratan teknis pengelolaan pada sistem persampahan Kota Cimahi

3.2.3 Karakteristik Bahaya SB3RT

Karakteristik bahaya merupakan dasar utama dalam menentukan metode penyimpanan dan penanganan SB3RT. Secara umum, limbah dikategorikan berdasarkan sifat *ignitable* (mudah terbakar), *corrosive* (korosif), *reactive* (reaktif), dan *toxic* (beracun) sebagaimana digunakan dalam sistem klasifikasi USEPA dan berbagai pedoman internasional. Ferronato dan Torretta (2019) menjelaskan bahwa setiap karakteristik bahaya memerlukan

metode pemisahan (*segregation*) dan penyimpanan yang berbeda agar tidak terjadi reaksi kimia maupun peningkatan risiko kebakaran.

Sebagai contoh, baterai bekas mengandung logam berat seperti timbal, kadmium, nikel, dan merkuri; lampu fluoresen mengandung merkuri; sedangkan cat dan pelarut mengandung *volatile organic compounds* (VOC) yang mudah menguap dan mudah terbakar. Oleh karena itu, pencampuran seluruh jenis SB3RT dalam satu wadah penyimpanan dapat meningkatkan risiko kebocoran, kebakaran, maupun kontaminasi silang. Prinsip kompatibilitas bahan menjadi salah satu dasar penting dalam perancangan sistem penyimpanan sementara.

3.2.4 Dampak Lingkungan dan Kesehatan Akibat Pengelolaan SB3RT yang Tidak Tepat

Pencampuran SB3RT dengan sampah domestik berpotensi meningkatkan kandungan logam berat dan senyawa toksik pada lindi (*leachate*) TPA sehingga memperbesar risiko pencemaran tanah, air tanah, dan air permukaan. Selain itu, petugas pengumpul sampah, pemulung, dan masyarakat sekitar berpotensi mengalami paparan langsung terhadap bahan kimia berbahaya melalui kontak kulit, inhalasi, maupun jalur ingesti. Ferronato dan Torretta (2019) menegaskan bahwa risiko tersebut tidak hanya berdampak pada kualitas lingkungan, tetapi juga meningkatkan biaya pengelolaan sampah dan menurunkan efektivitas proses daur ulang.

Corvellec (2018) menambahkan bahwa pencampuran HHW dengan aliran sampah kota menyebabkan hilangnya peluang pemanfaatan material serta meningkatkan kompleksitas pengelolaan di fasilitas persampahan. Oleh karena itu, berbagai negara mulai mengembangkan sistem pemilahan dan penyimpanan terpisah sebagai bagian dari integrated waste management.

3.2.5 Implikasi SB3RT terhadap Perancangan Sistem Penyimpanan Sementara

Karakteristik SB3RT menunjukkan bahwa sistem penyimpanan sementara tidak cukup dirancang hanya berdasarkan kapasitas tampung, tetapi juga harus mempertimbangkan kompatibilitas bahan, klasifikasi bahaya, sistem pelabelan, ventilasi, *secondary containment*, prosedur operasional, serta

keselamatan kerja. Permen LHK Nomor 9 Tahun 2024 secara eksplisit mengatur bahwa TPSSS-B3 harus didukung oleh struktur kelembagaan, pencatatan jenis dan volume sampah, serta prosedur operasional standar untuk menjamin pengelolaan yang aman.

Dengan demikian, identifikasi jenis dan karakteristik SB3RT bukan hanya berfungsi sebagai inventarisasi limbah, tetapi menjadi dasar perancangan (*design basis*) dalam menentukan kebutuhan kapasitas penyimpanan, sistem zonasi, spesifikasi wadah, tata letak fasilitas, dan mekanisme operasional. Pendekatan ini sejalan dengan konsep *risk-based waste management* yang menempatkan karakteristik bahaya sebagai parameter utama dalam desain sistem pengelolaan limbah berbahaya (Ferronato & Torretta, 2019; Kumar et al., 2023).

Karakteristik bahaya pada SB3RT tidak hanya ditentukan oleh kandungan bahan kimianya, tetapi juga oleh potensi interaksi antarjenis limbah selama proses penyimpanan. Menurut *United Nations Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals* (GHS), suatu bahan dapat memiliki lebih dari satu karakteristik bahaya sehingga memerlukan pengelolaan berdasarkan prinsip kompatibilitas (*chemical compatibility*) dan pemisahan (*segregation*). Sebagai contoh, limbah yang bersifat mudah terbakar tidak boleh disimpan berdekatan dengan bahan pengoksidasi (*oxidizing agents*), sedangkan limbah yang bersifat asam harus dipisahkan dari limbah basa maupun bahan yang reaktif terhadap air untuk mencegah terjadinya reaksi eksotermis atau pelepasan gas beracun (United Nations, 2023). Oleh karena itu, identifikasi karakteristik bahaya merupakan langkah awal dalam menentukan sistem penyimpanan yang aman.

Selain mempertimbangkan sifat intrinsik limbah, penilaian karakteristik bahaya juga harus memperhatikan jalur paparan (*exposure pathway*) yang mungkin terjadi selama proses penyimpanan. USEPA (2024) menjelaskan bahwa kebocoran wadah penyimpanan, kerusakan kemasan, maupun pencampuran limbah yang tidak kompatibel dapat menyebabkan pelepasan logam berat, senyawa organik volatil (*Volatile Organic Compounds/VOC*), serta bahan toksik lainnya ke lingkungan. Kondisi tersebut meningkatkan

potensi kontaminasi tanah, air tanah, dan udara, sekaligus menimbulkan risiko paparan langsung terhadap petugas persampahan dan masyarakat sekitar. Oleh sebab itu, sistem penyimpanan sementara harus dirancang untuk memutus jalur paparan melalui penggunaan wadah yang sesuai, sistem pelabelan yang jelas, dan pengaturan tata letak berdasarkan tingkat bahayanya.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa limbah elektronik (*electronic waste* atau *e-waste*) merupakan salah satu komponen SB3RT dengan karakteristik bahaya yang paling kompleks. Forti et al. (2024) dalam *Global E-waste Monitor* melaporkan bahwa perangkat elektronik rumah tangga mengandung lebih dari 1.000 jenis material, termasuk timbal (Pb), merkuri (Hg), kadmium (Cd), kromium heksavalen (Cr^{6+}), brominated flame retardants (BFR), serta berbagai logam tanah jarang (*rare earth elements*). Apabila limbah tersebut mengalami kerusakan fisik atau dibuang bersama sampah domestik, maka logam berat dan senyawa toksik berpotensi terlepas ke lingkungan melalui proses pelindian (*leaching*) maupun pembakaran terbuka. Kondisi ini memperkuat perlunya pemisahan *e-waste* sejak tahap penyimpanan sementara sebagai bagian dari sistem pengelolaan SB3RT.

Di sisi lain, limbah kimia rumah tangga seperti cat, pelarut, pestisida, aerosol, dan produk pembersih memiliki karakteristik bahaya yang didominasi oleh sifat mudah terbakar, korosif, dan toksik. Kumar et al. (2023) menjelaskan bahwa kandungan *volatile organic compounds* (VOC) pada cat dan pelarut dapat menguap selama penyimpanan sehingga meningkatkan risiko kebakaran maupun paparan inhalasi apabila fasilitas penyimpanan tidak memiliki ventilasi yang memadai. Sementara itu, residu pestisida dan produk pembersih berbahan kimia dapat bereaksi apabila tercampur dengan bahan lain yang tidak kompatibel. Oleh karena itu, berbagai pedoman internasional merekomendasikan sistem penyimpanan berdasarkan kelompok kompatibilitas bahaya (*hazard compatibility group*) sebagai dasar penyusunan zonasi penyimpanan.

Dalam konteks pengelolaan perkotaan, karakteristik bahaya SB3RT juga menjadi dasar dalam penerapan pendekatan risk-based waste management.

Ferronato dan Torretta (2019) menyatakan bahwa sistem pengelolaan limbah berbahaya modern harus mempertimbangkan hubungan antara sumber bahaya (*source*), jalur perpindahan (*pathway*), dan penerima dampak (*receptor*) sehingga setiap tahapan, termasuk penyimpanan sementara, mampu meminimalkan peluang terjadinya paparan. Pendekatan ini kemudian banyak diadopsi dalam perencanaan fasilitas penyimpanan limbah berbahaya karena memungkinkan identifikasi risiko secara lebih komprehensif dibandingkan hanya mengelompokkan limbah berdasarkan jenis produknya. Dengan demikian, karakteristik bahaya tidak hanya menjadi dasar klasifikasi limbah, tetapi juga menjadi parameter utama dalam proses perancangan fasilitas penyimpanan.

Berdasarkan berbagai regulasi dan hasil penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa karakteristik bahaya SB3RT memiliki implikasi langsung terhadap kebutuhan desain sistem penyimpanan sementara. Penentuan jenis wadah, kapasitas penyimpanan, sistem zonasi, pelabelan, ventilasi, *secondary containment*, hingga prosedur penanganan darurat harus disesuaikan dengan karakteristik masing-masing kelompok limbah agar dapat mencegah reaksi kimia, kebocoran, kebakaran, maupun pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, dalam penelitian ini karakteristik bahaya SB3RT tidak hanya digunakan sebagai dasar klasifikasi limbah, tetapi juga sebagai parameter utama (*design basis*) dalam penyusunan rancangan sistem penyimpanan sementara SB3RT pada sistem persampahan Kota Cimahi.

Selain mempertimbangkan aspek keselamatan, perancangan sistem penyimpanan sementara SB3RT juga harus memperhatikan karakteristik timbulan dan variasi jenis limbah yang dihasilkan masyarakat. Menurut Tchobanoglous dan Kreith (2002), fasilitas penyimpanan limbah yang efektif harus dirancang berdasarkan kuantitas limbah yang diperkirakan dihasilkan, frekuensi pengumpulan, karakteristik fisik dan kimia limbah, serta kebutuhan ruang penyimpanan yang memadai. Dalam konteks SB3RT, kapasitas penyimpanan tidak hanya ditentukan oleh volume limbah, tetapi juga oleh kebutuhan pemisahan berdasarkan karakteristik bahaya sehingga

setiap kelompok limbah dapat disimpan secara aman tanpa meningkatkan potensi reaksi kimia maupun kontaminasi silang. Oleh karena itu, estimasi timbulan menjadi salah satu parameter utama dalam menentukan kapasitas dan konfigurasi fasilitas penyimpanan sementara.

Dari sisi operasional, berbagai pedoman internasional merekomendasikan bahwa fasilitas penyimpanan sementara harus menerapkan prinsip *risk-based storage design*, yaitu desain yang mempertimbangkan tingkat risiko masing-masing jenis limbah sejak tahap perencanaan. USEPA (2024) menjelaskan bahwa fasilitas penyimpanan yang baik harus dilengkapi dengan sistem pelabelan yang jelas, pemisahan berdasarkan kompatibilitas bahan, ventilasi yang memadai, lantai kedap (*impermeable floor*), sistem penampung tumpahan (*secondary containment*), akses yang aman bagi petugas, serta prosedur inspeksi berkala. Prinsip-prinsip tersebut bertujuan untuk meminimalkan kemungkinan terjadinya kebocoran, tumpahan, kebakaran, maupun paparan langsung terhadap pekerja dan masyarakat. Ketentuan serupa juga tercermin dalam Permen LHK Nomor 9 Tahun 2024 yang menekankan pentingnya penyimpanan sesuai karakteristik sampah yang mengandung B3 sebelum dilakukan pengangkutan ke pengelola berizin.

Berdasarkan kajian regulasi dan hasil penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa keberhasilan pengelolaan SB3RT tidak hanya ditentukan oleh keberadaan kebijakan, tetapi juga oleh ketersediaan fasilitas penyimpanan sementara yang dirancang secara sistematis. Namun demikian, sebagian besar penelitian di Indonesia masih berfokus pada identifikasi timbulan, perilaku masyarakat, atau evaluasi kebijakan, sementara kajian mengenai parameter teknis perancangan fasilitas penyimpanan sementara SB3RT masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan rancangan konseptual sistem penyimpanan sementara SB3RT dengan mengintegrasikan proyeksi timbulan, karakteristik bahaya, dan persyaratan teknis pengelolaan sebagai dasar penentuan kapasitas, sistem zonasi, tata letak (*layout*), spesifikasi wadah, pelabelan, serta mekanisme operasional pada sistem persampahan Kota

Cimahi. Paragraf ini sekaligus menjadi landasan untuk pembahasan pada subbab berikutnya mengenai analisis timbulan dan parameter desain penyimpanan sementara.

3.3 Timbulan dan Karakteristik Sampah Bahan Berbahaya dan Beracun Rumah Tangga (SB3RT)

3.3.1 Konsep Timbulan Sampah Bahan Berbahaya dan Beracun Rumah Tangga (SB3RT)

Timbulan Sampah Bahan Berbahaya dan Beracun Rumah Tangga (SB3RT) merupakan jumlah limbah berbahaya yang dihasilkan dari aktivitas rumah tangga dalam periode tertentu. Berbeda dengan sampah domestik pada umumnya, timbulan SB3RT tidak hanya dipengaruhi oleh jumlah penduduk, tetapi juga oleh tingkat urbanisasi, pola konsumsi masyarakat, perkembangan teknologi, jenis produk yang digunakan, tingkat ekonomi, serta perubahan gaya hidup. Seiring meningkatnya penggunaan perangkat elektronik, baterai, lampu hemat energi, produk pembersih berbahan kimia, obat-obatan, kosmetik, dan pestisida rumah tangga, jumlah dan variasi SB3RT di kawasan perkotaan juga mengalami peningkatan (Kumar et al., 2023).

Di Indonesia, inventarisasi timbulan SB3RT belum dilakukan secara spesifik pada sebagian besar pemerintah daerah. Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 maupun Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 2020 telah mengakui keberadaan sampah yang mengandung B3 sebagai bagian dari sampah spesifik, namun belum menetapkan metode baku untuk menghitung timbulan SB3RT pada tingkat kabupaten/kota. Oleh karena itu, data yang tersedia dalam Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) masih didominasi oleh data timbulan sampah domestik secara keseluruhan, sedangkan fraksi SB3RT umumnya belum dipisahkan dalam pelaporan. Kondisi ini menyebabkan pendekatan estimasi atau skenario menjadi metode yang paling banyak digunakan dalam penelitian maupun perencanaan pengelolaan SB3RT.

Berbagai penelitian internasional menunjukkan bahwa proporsi HHW terhadap total timbulan sampah kota relatif kecil, namun memiliki variasi antarnegara. Inglezakis dan Moustakas (2015) melaporkan bahwa rata-rata HHW berkisar $0,91 \pm 0,39\%$ dari timbulan sampah kota, dengan kisaran sekitar 0,5–3% bergantung pada tingkat konsumsi, sistem pemilahan, serta definisi HHW yang digunakan. Kumar et al. (2023) juga menyatakan bahwa pada beberapa negara berkembang, proporsi HHW dapat mencapai sekitar 1–4% dari timbulan sampah kota karena meningkatnya penggunaan produk elektronik dan bahan kimia rumah tangga. Oleh karena itu, penggunaan beberapa skenario persentase timbulan menjadi pendekatan yang banyak digunakan dalam studi perencanaan fasilitas penyimpanan maupun sistem pengelolaan HHW.

Di kawasan Asia, variasi timbulan HHW juga dipengaruhi oleh karakteristik sosial ekonomi dan tingkat pembangunan masing-masing negara. Manggali dan Susanna (2019) menunjukkan bahwa laju timbulan HHW di negara-negara Asia tidak selalu berkorelasi dengan tingkat pendapatan nasional, melainkan lebih dipengaruhi oleh pola konsumsi, definisi HHW, metode pengambilan sampel, musim, dan jenis produk yang digunakan masyarakat. Penelitian tersebut juga melaporkan bahwa negara-negara berkembang umumnya masih menghadapi keterbatasan data inventarisasi HHW sehingga pendekatan estimasi berbasis skenario lebih banyak digunakan dibandingkan pengukuran langsung.

Dalam praktik internasional, pendekatan estimasi timbulan digunakan sebagai dasar dalam menentukan kapasitas fasilitas penyimpanan sementara, frekuensi pengumpulan, kebutuhan wadah, dan sistem logistik pengangkutan. Dengan demikian, proyeksi timbulan tidak hanya berfungsi sebagai informasi statistik, tetapi juga menjadi parameter utama dalam proses perancangan (design parameter) suatu sistem pengelolaan SB3RT. Pada penelitian ini, konsep tersebut digunakan sebagai dasar dalam menentukan kebutuhan kapasitas penyimpanan sementara SB3RT di Kota Cimahi melalui pendekatan skenario yang mengacu pada literatur internasional serta kerangka regulasi Indonesia.

3.3.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Timbulan Sampah Bahan Berbahaya dan Beracun Rumah Tangga (SB3RT)

Timbulan Sampah Bahan Berbahaya dan Beracun Rumah Tangga (SB3RT) dipengaruhi oleh berbagai faktor yang saling berinteraksi, mulai dari karakteristik demografi, kondisi sosial ekonomi, perkembangan teknologi, pola konsumsi masyarakat, hingga sistem pengelolaan persampahan yang diterapkan. Berbeda dengan sampah domestik pada umumnya yang cenderung dipengaruhi oleh jumlah penduduk dan tingkat aktivitas ekonomi, timbulan SB3RT memiliki karakteristik yang lebih dinamis karena sangat bergantung pada penggunaan produk yang mengandung bahan berbahaya dalam kehidupan sehari-hari. Kumar et al. (2023) menyatakan bahwa peningkatan konsumsi produk elektronik, bahan kimia rumah tangga, kosmetik, obat-obatan, dan produk perawatan pribadi telah menyebabkan peningkatan kuantitas maupun kompleksitas HHW di kawasan perkotaan. Salah satu faktor utama yang memengaruhi timbulan SB3RT adalah pertumbuhan penduduk dan tingkat urbanisasi. Kawasan perkotaan umumnya memiliki tingkat konsumsi produk rumah tangga yang lebih tinggi dibandingkan wilayah perdesaan sehingga menghasilkan variasi limbah berbahaya yang lebih besar. Menurut United Nations Department of Economic and Social Affairs (UN DESA, 2022), lebih dari 56% populasi dunia saat ini tinggal di wilayah perkotaan, dan angka tersebut diperkirakan terus meningkat hingga mencapai sekitar 68% pada tahun 2050. Urbanisasi menyebabkan meningkatnya kebutuhan terhadap produk elektronik, bahan pembersih sintetis, baterai, lampu hemat energi, dan produk berbasis bahan kimia lainnya yang pada akhirnya meningkatkan timbulan SB3RT. Fenomena serupa juga terjadi di berbagai kota berkembang di Asia Tenggara, termasuk Indonesia.

Selain jumlah penduduk, tingkat pendapatan masyarakat memiliki hubungan yang erat dengan timbulan SB3RT. Beigl et al. (2008) menjelaskan bahwa peningkatan pendapatan rumah tangga umumnya diikuti oleh peningkatan konsumsi barang elektronik, produk kesehatan,

kosmetik, dan bahan kimia rumah tangga. OECD (2024) juga melaporkan bahwa negara dengan pendapatan menengah dan tinggi menunjukkan pertumbuhan konsumsi produk elektronik yang jauh lebih cepat dibandingkan negara berpendapatan rendah. Akibatnya, volume limbah elektronik domestik, baterai bekas, dan produk berbahan kimia mengalami peningkatan yang signifikan. Dengan demikian, karakteristik ekonomi masyarakat menjadi salah satu parameter penting dalam memperkirakan timbulan SB3RT.

Perubahan gaya hidup dan pola konsumsi masyarakat juga berkontribusi terhadap peningkatan timbulan SB3RT. Dalam beberapa tahun terakhir, penggunaan perangkat elektronik portabel, baterai isi ulang, produk kesehatan rumah tangga, serta produk pembersih berbahan kimia meningkat seiring berkembangnya teknologi dan perubahan perilaku konsumen. Forti et al. (2024) dalam *Global E-waste Monitor* melaporkan bahwa pertumbuhan konsumsi peralatan elektronik rumah tangga merupakan faktor dominan yang menyebabkan peningkatan timbulan limbah elektronik secara global. Produk-produk tersebut memiliki umur pakai yang relatif pendek sehingga menghasilkan limbah berbahaya dalam jumlah yang semakin besar.

Karakteristik jenis permukiman juga memengaruhi jumlah dan komposisi SB3RT. Rumah tangga di kawasan perkotaan padat umumnya menghasilkan lebih banyak limbah elektronik dan kemasan produk kimia dibandingkan rumah tangga di wilayah pinggiran. Sebaliknya, pada kawasan semi-perkotaan atau perdesaan, timbulan SB3RT lebih banyak berasal dari penggunaan pestisida, insektisida, dan bahan kimia pertanian skala rumah tangga (Manggali & Susanna, 2019). Perbedaan karakteristik tersebut menunjukkan bahwa sistem pengelolaan SB3RT perlu mempertimbangkan kondisi spasial dan karakteristik wilayah dalam proses perencanaannya.

Faktor berikutnya adalah perkembangan teknologi dan inovasi produk. Meningkatnya penggunaan baterai lithium-ion, lampu *LED*, perangkat *Internet of Things* (IoT), serta peralatan elektronik pintar menyebabkan jenis SB3RT semakin beragam. Walaupun beberapa teknologi baru mampu

mengurangi penggunaan bahan berbahaya tertentu, berbagai produk modern masih mengandung logam berat, senyawa bromin, serta bahan kimia lain yang memerlukan penanganan khusus setelah menjadi limbah (Forti et al., 2024). Kondisi ini menunjukkan bahwa perubahan teknologi tidak selalu menurunkan risiko lingkungan, tetapi justru mengubah karakteristik limbah yang harus dikelola.

Di negara berkembang, faktor yang tidak kalah penting adalah ketersediaan sistem pemilahan dan pelayanan persampahan. Manggali dan Susanna (2019) menjelaskan bahwa sebagian besar negara Asia belum memiliki sistem pengumpulan HHW yang terpisah sehingga masyarakat cenderung membuang SB3RT bersama sampah domestik. Akibatnya, data timbulan aktual sulit diperoleh karena seluruh fraksi limbah bercampur sejak dari sumber. Kondisi ini menyebabkan banyak penelitian maupun pemerintah daerah menggunakan pendekatan estimasi berdasarkan persentase tertentu terhadap timbulan sampah kota sebagai dasar perencanaan fasilitas.

Dalam konteks Indonesia, Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 2020 tentang Pengelolaan Sampah Spesifik telah mengamanatkan bahwa sampah yang mengandung B3 harus dikelola secara khusus sesuai karakteristiknya. Selanjutnya, Permen LHK Nomor 9 Tahun 2024 menegaskan pentingnya kegiatan pemilahan sejak dari sumber sebagai bagian dari pengurangan risiko lingkungan. Namun demikian, implementasi di berbagai daerah masih menghadapi keterbatasan data inventarisasi, sarana penyimpanan, dan mekanisme pencatatan timbulan SB3RT secara terpisah. Oleh karena itu, faktor kelembagaan juga menjadi salah satu determinan penting yang memengaruhi kualitas data timbulan SB3RT di Indonesia.

Pengalaman beberapa negara berkembang menunjukkan bahwa keberhasilan inventarisasi HHW tidak hanya ditentukan oleh metode perhitungan, tetapi juga oleh dukungan kebijakan dan infrastruktur. Thailand, Malaysia, dan Tiongkok telah mulai menerapkan sistem *drop-off collection* dan pusat pengumpulan limbah rumah tangga berbahaya sehingga data timbulan dapat dihitung secara lebih akurat dibandingkan negara yang masih menggunakan sistem pengumpulan campuran (Kumar et al., 2023).

Pendekatan tersebut memberikan informasi yang lebih baik untuk menentukan kapasitas fasilitas penyimpanan sementara dan kebutuhan logistik pengangkutan.

Berdasarkan berbagai hasil penelitian dan regulasi tersebut, dapat disimpulkan bahwa timbulan SB3RT merupakan hasil interaksi berbagai faktor demografi, sosial ekonomi, teknologi, pola konsumsi, serta sistem pengelolaan persampahan. Kompleksitas faktor-faktor tersebut menyebabkan belum terdapat satu nilai baku yang dapat digunakan untuk seluruh wilayah. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan pendekatan proyeksi berbasis skenario yang mempertimbangkan variasi proporsi timbulan SB3RT terhadap total timbulan sampah kota sebagai dasar dalam menentukan kapasitas sistem penyimpanan sementara di Kota Cimahi. Pendekatan ini dinilai lebih adaptif terhadap keterbatasan data aktual sekaligus sesuai dengan praktik yang banyak digunakan dalam studi perencanaan HHW di berbagai negara.

3.3.3 Metode Proyeksi Timbulan Sampah Bahan Berbahaya dan Beracun (SB3RT) sebagai Dasar Perancangan Sistem Penyimpanan

Perencanaan sistem pengelolaan Sampah Bahan Berbahaya dan Beracun Rumah Tangga (SB3RT) memerlukan informasi mengenai besarnya timbulan yang akan ditangani selama umur pelayanan fasilitas. Berbeda dengan sampah domestik yang telah memiliki metode perhitungan baku berdasarkan jumlah penduduk maupun satuan timbulan per kapita, hingga saat ini belum terdapat metode internasional yang secara universal digunakan untuk menghitung timbulan *Household Hazardous Waste* (HHW). Variasi jenis produk rumah tangga, perbedaan pola konsumsi masyarakat, tingkat urbanisasi, sistem pemilahan, serta definisi HHW yang berbeda antarnegara menyebabkan besarnya timbulan HHW sangat bervariasi (Inglezakis & Moustakas, 2015). Oleh karena itu, berbagai penelitian lebih banyak menggunakan pendekatan estimasi maupun skenario dibandingkan pengukuran langsung.

Secara umum, terdapat empat pendekatan utama dalam memperkirakan timbulan HHW, yaitu pengukuran langsung (*direct sampling*), estimasi

berdasarkan satuan timbulan per kapita, analisis aliran material (*Material Flow Analysis/MFA*), dan pendekatan berbasis skenario (*scenario-based estimation*). Pengukuran langsung menghasilkan data dengan tingkat akurasi tinggi, tetapi memerlukan proses pemilahan yang intensif, biaya operasional yang besar, serta waktu pengamatan yang relatif panjang. Pendekatan ini lebih banyak diterapkan pada penelitian skala lokal di negara maju yang telah memiliki sistem pemilahan HHW sejak dari sumber (Beigl et al., 2008).

Metode kedua menggunakan pendekatan timbulan per kapita berdasarkan jumlah penduduk. Pendekatan ini relatif sederhana dan banyak digunakan dalam perencanaan awal karena hanya memerlukan data jumlah penduduk dan faktor konversi timbulan HHW per orang per tahun. Namun demikian, Kumar et al. (2023) menjelaskan bahwa metode ini memiliki kelemahan karena mengasumsikan pola konsumsi masyarakat yang seragam, padahal variasi tingkat pendapatan, struktur rumah tangga, dan perkembangan teknologi menyebabkan timbulan HHW antarwilayah dapat berbeda secara signifikan.

Pendekatan ketiga adalah *Material Flow Analysis* (MFA) yang menelusuri aliran suatu material sejak diproduksi, digunakan oleh masyarakat, hingga menjadi limbah. Metode ini banyak digunakan pada penelitian limbah elektronik, baterai, dan lampu yang mengandung merkuri karena mampu memperkirakan potensi timbulan berdasarkan masa pakai produk. Forti et al. (2024) menunjukkan bahwa MFA sangat efektif dalam memproyeksikan timbulan *e-waste* nasional, namun memerlukan basis data penjualan produk, umur pakai, tingkat penggantian, serta pola konsumsi yang lengkap. Persyaratan data tersebut masih sulit dipenuhi oleh sebagian besar pemerintah daerah di negara berkembang.

Seiring berkembangnya penelitian mengenai HHW, pendekatan *scenario-based estimation* menjadi metode yang paling banyak digunakan dalam studi perencanaan fasilitas pengelolaan limbah berbahaya rumah tangga. Pendekatan ini menggunakan beberapa nilai asumsi berdasarkan kisaran proporsi HHW terhadap total timbulan sampah kota sehingga menghasilkan

rentang proyeksi yang dapat digunakan dalam perencanaan kapasitas fasilitas. Menurut Inglezakis dan Moustakas (2015), penggunaan beberapa skenario jauh lebih representatif dibandingkan menggunakan satu nilai tunggal karena mampu mengakomodasi ketidakpastian akibat variasi perilaku masyarakat dan keterbatasan data inventarisasi.

Kajian komprehensif yang dilakukan oleh Inglezakis dan Moustakas (2015) terhadap berbagai penelitian di Amerika Utara, Eropa, dan Asia menunjukkan bahwa proporsi HHW umumnya berada pada kisaran 0,5–3% dari total timbulan sampah perkotaan. Nilai tersebut tidak dimaksudkan sebagai angka baku, melainkan sebagai rentang perencanaan (*planning range*) yang banyak digunakan ketika data hasil pengukuran langsung belum tersedia. Kisaran tersebut dipengaruhi oleh tingkat urbanisasi, jenis produk yang digunakan masyarakat, efektivitas program pemilahan, serta definisi HHW yang diterapkan oleh masing-masing negara.

Pada negara-negara dengan sistem pemilahan yang telah berkembang, seperti Jerman, Belanda, Jepang, dan beberapa negara bagian di Amerika Serikat, proporsi HHW yang masuk ke sistem persampahan umum cenderung lebih rendah karena sebagian besar limbah telah dipisahkan melalui drop-off center, pusat daur ulang, atau fasilitas pengumpulan khusus. Sebaliknya, di negara berkembang seperti Malaysia, Thailand, Vietnam, dan Indonesia, sebagian besar HHW masih bercampur dengan sampah domestik sehingga estimasi proporsinya cenderung lebih tinggi (Manggali & Susanna, 2019; Kumar et al., 2023).

United States Environmental Protection Agency (USEPA, 2024) tidak menetapkan nilai baku timbulan HHW secara nasional, namun merekomendasikan agar pemerintah daerah menggunakan data lokal apabila tersedia atau menggunakan pendekatan estimasi berdasarkan karakteristik wilayah. Pendekatan serupa juga diterapkan oleh *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD, 2024), yang menyatakan bahwa perencanaan pengelolaan limbah berbahaya rumah tangga sebaiknya menggunakan rentang proyeksi agar mampu

mengantisipasi perubahan pola konsumsi masyarakat dan perkembangan teknologi.

Di Indonesia, hingga saat ini belum terdapat ketentuan yang menetapkan besaran timbulan SB3RT secara nasional. Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008, Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 2020, maupun Permen LHK Nomor 6 Tahun 2022 hanya mengatur mekanisme pengelolaan sampah spesifik tanpa memberikan faktor konversi timbulan SB3RT. Kondisi ini menyebabkan pemerintah daerah belum memiliki acuan baku dalam menentukan kapasitas fasilitas penyimpanan maupun sistem pengumpulan SB3RT.

Keterbatasan data tersebut diperkuat oleh kondisi Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN), di mana sebagian besar kabupaten/kota masih melaporkan timbulan sampah domestik secara agregat tanpa memisahkan fraksi SB3RT. Akibatnya, data kuantitatif mengenai jumlah baterai bekas, limbah elektronik, lampu, obat kadaluwarsa, maupun produk kimia rumah tangga yang masuk ke sistem persampahan masih sangat terbatas. Oleh karena itu, pendekatan berbasis skenario menjadi alternatif yang paling realistis dalam mendukung proses perencanaan.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini menggunakan empat skenario proyeksi, yaitu 0,5%; 1%; 2%; dan 3% dari total timbulan sampah kota. Nilai 0,5% merepresentasikan kondisi konservatif yang umumnya dijumpai pada wilayah dengan tingkat konsumsi produk berbahaya relatif rendah atau sistem pemilahan yang mulai berkembang. Nilai 1% menggambarkan kondisi rata-rata yang banyak dilaporkan dalam literatur internasional, sedangkan 2% merepresentasikan kota-kota dengan tingkat konsumsi produk elektronik dan bahan kimia rumah tangga yang lebih tinggi. Skenario 3% digunakan sebagai kondisi maksimum (*upper planning scenario*) untuk mengantisipasi peningkatan timbulan akibat pertumbuhan penduduk, urbanisasi, dan perubahan pola konsumsi.

Penggunaan empat skenario tersebut memungkinkan dilakukan analisis sensitivitas terhadap kebutuhan kapasitas penyimpanan sementara. Dengan

adanya beberapa alternatif proyeksi, rancangan fasilitas tidak hanya mampu memenuhi kebutuhan saat ini, tetapi juga memiliki fleksibilitas terhadap perubahan timbulan pada masa mendatang. Pendekatan ini banyak digunakan dalam studi perencanaan fasilitas pengelolaan limbah karena menghasilkan rancangan yang lebih adaptif dibandingkan menggunakan satu nilai estimasi tunggal (Kumar et al., 2023).

Dari perspektif rekayasa lingkungan, kapasitas penyimpanan merupakan salah satu parameter desain yang paling menentukan ukuran fasilitas, jumlah wadah, kebutuhan ruang, frekuensi pengangkutan, serta biaya operasional. Kesalahan dalam memperkirakan timbulan dapat menyebabkan fasilitas menjadi *under-designed*, sehingga tidak mampu menampung limbah yang dihasilkan, atau *over-designed*, sehingga investasi infrastruktur menjadi tidak efisien (Tchobanoglous & Kreith, 2002). Oleh karena itu, metode proyeksi yang mempertimbangkan beberapa skenario merupakan pendekatan yang lebih sesuai untuk kondisi kota-kota di Indonesia yang masih memiliki keterbatasan data.

Dengan mempertimbangkan perkembangan literatur internasional, kondisi regulasi nasional, serta keterbatasan inventarisasi SB3RT di tingkat daerah, penelitian ini mengadopsi pendekatan *scenario-based estimation* sebagai dasar penentuan kapasitas sistem penyimpanan sementara SB3RT di Kota Cimahi. Pendekatan tersebut tidak dimaksudkan untuk menggantikan inventarisasi lapangan, tetapi sebagai kerangka perencanaan (*planning framework*) yang dapat diperbarui ketika data timbulan yang lebih rinci telah tersedia. Melalui pendekatan ini, hasil perancangan diharapkan memiliki tingkat fleksibilitas yang tinggi dan dapat direplikasi pada kota-kota lain dengan karakteristik yang serupa.

3.4 Persyaratan Teknis Penyimpanan Sementara Sampah Bahan Beracun dan Berbahaya Rumah Tangga (SB3RT)

Persyaratan teknis tidak hanya mengacu pada ketentuan regulasi di Indonesia, tetapi juga mempertimbangkan praktik terbaik (*best practices*) yang diterapkan secara internasional dalam pengelolaan *Household Hazardous Waste*

(HHW). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa keberhasilan sistem penyimpanan sementara tidak hanya ditentukan oleh kapasitas tampung, tetapi juga oleh aspek keselamatan, kompatibilitas bahan, tata letak fasilitas, kemudahan operasional, serta pengendalian risiko terhadap pekerja dan lingkungan (Ferronato & Torretta, 2019; Kumar et al., 2023). Oleh karena itu, penyusunan parameter desain memerlukan integrasi antara regulasi, standar teknis, dan hasil penelitian terkini.

3.4.1 Persyaratan Regulasi Penyimpanan SB3RT di Indonesia

Pengelolaan sampah yang mengandung Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) di Indonesia telah memperoleh landasan hukum melalui Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, yang mengamanatkan bahwa sampah dengan karakteristik khusus harus dikelola secara berbeda dari sampah rumah tangga biasa. Ketentuan tersebut kemudian diperjelas melalui Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 2020 tentang Pengelolaan Sampah Spesifik, yang menempatkan sampah yang mengandung B3 sebagai salah satu kategori sampah spesifik sehingga memerlukan penanganan khusus mulai dari pemilahan, penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan, hingga pengolahan akhir.

Sebagai implementasi teknis, Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 9 Tahun 2024 mengatur bahwa penyimpanan sementara harus dilakukan dengan memperhatikan jenis sampah, karakteristik bahaya, sistem pelabelan, kondisi wadah, keamanan lokasi penyimpanan, serta pencatatan jumlah dan jenis sampah yang disimpan. Regulasi tersebut juga mengatur keberadaan Tempat Penampungan Sementara Sampah Spesifik B3 (TPSSS-B3) sebagai fasilitas sebelum sampah diserahkan kepada pengelola yang memiliki izin. Hal ini menunjukkan bahwa penyimpanan sementara merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari rantai pengelolaan SB3RT.

Meskipun kerangka regulasi nasional telah tersedia, implementasinya di tingkat pemerintah daerah masih menghadapi berbagai tantangan. Sebagian besar TPS dan TPS3R di Indonesia masih dirancang untuk melayani sampah domestik secara umum sehingga belum memiliki ruang penyimpanan

khusus bagi SB3RT. Kondisi tersebut menyebabkan sebagian besar sampah berbahaya rumah tangga masih bercampur dengan aliran sampah domestik sejak dari sumber hingga Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). Oleh karena itu, penerjemahan regulasi menjadi parameter desain teknis merupakan salah satu kebutuhan utama dalam pengembangan sistem penyimpanan sementara. Meskipun kerangka regulasi mengenai pengelolaan sampah spesifik di Indonesia telah berkembang secara signifikan, implementasi di tingkat pemerintah daerah masih menghadapi berbagai tantangan. Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 2020 mengamanatkan bahwa pemerintah daerah bertanggung jawab menyelenggarakan pengurangan dan penanganan sampah spesifik sesuai dengan kewenangannya, termasuk menyediakan sarana dan prasarana pendukung pengelolaan. Namun demikian, hingga saat ini sebagian besar kabupaten dan kota masih memfokuskan pelayanan persampahan pada sampah rumah tangga dan sampah sejenis rumah tangga, sedangkan sistem pengelolaan khusus untuk sampah yang mengandung B3 masih belum terintegrasi secara optimal dalam pelayanan persampahan sehari-hari. Kondisi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan antara aspek normatif dalam regulasi dengan implementasi teknis di lapangan.

Implementasi pengelolaan SB3RT juga dipengaruhi oleh keterkaitan beberapa regulasi lintas sektor. Selain Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 dan Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 2020, pengelolaan limbah yang mengandung B3 juga berhubungan dengan ketentuan mengenai perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup, keselamatan kerja, pengangkutan limbah berbahaya, serta penyelenggaraan pemerintahan daerah. Oleh karena itu, pengembangan sistem penyimpanan sementara tidak hanya memerlukan kepatuhan terhadap regulasi persampahan, tetapi juga harus mempertimbangkan persyaratan teknis mengenai keselamatan fasilitas, perlindungan pekerja, dan pengendalian pencemaran lingkungan. Pendekatan lintas regulasi ini penting agar rancangan yang dihasilkan dapat diimplementasikan secara operasional tanpa menimbulkan konflik dengan ketentuan perundang-undangan lainnya.

Beberapa penelitian di Indonesia menunjukkan bahwa salah satu kendala utama implementasi regulasi adalah belum tersedianya pedoman teknis yang rinci mengenai desain fasilitas penyimpanan sementara SB3RT pada tingkat TPS maupun TPS3R. Fionita dan Juwana (2018) melaporkan bahwa sebagian besar pemerintah daerah masih mengelola limbah berbahaya rumah tangga melalui sistem persampahan konvensional karena belum tersedia infrastruktur khusus untuk pemilahan dan penyimpanan sementara. Temuan serupa disampaikan oleh Sidik et al. (2019), yang menunjukkan bahwa rendahnya ketersediaan sarana penyimpanan menyebabkan baterai bekas, lampu fluoresen, limbah elektronik, dan kemasan produk berbahan kimia masih bercampur dengan sampah domestik hingga mencapai tempat pemrosesan akhir. Kondisi ini mengindikasikan bahwa keberadaan regulasi belum sepenuhnya diikuti oleh kesiapan infrastruktur di tingkat daerah.

Pengalaman beberapa negara berkembang memberikan gambaran bahwa keberhasilan implementasi regulasi sangat bergantung pada penyediaan fasilitas penyimpanan sementara sebagai simpul awal dalam sistem pengelolaan HHW. Malaysia, misalnya, mengembangkan pusat pengumpulan limbah rumah tangga berbahaya (*Household Scheduled Waste Collection Centre*) yang didukung oleh pemerintah daerah dan sektor swasta untuk menjembatani proses pemilahan hingga pengangkutan ke fasilitas pengolahan. Thailand menerapkan sistem *community hazardous waste collection point* pada tingkat pemerintah lokal sehingga masyarakat memiliki lokasi khusus untuk menyerahkan baterai, lampu, limbah elektronik, dan produk kimia rumah tangga. Pengalaman tersebut menunjukkan bahwa keberhasilan regulasi tidak hanya ditentukan oleh substansi kebijakan, tetapi juga oleh ketersediaan infrastruktur yang mampu menerjemahkan kebijakan menjadi praktik operasional (Kumar et al., 2023). Berdasarkan kajian regulasi dan berbagai hasil penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa Indonesia telah memiliki dasar hukum yang cukup kuat untuk mendukung pengelolaan SB3RT, namun implementasinya masih memerlukan penguatan pada aspek teknis, khususnya penyediaan fasilitas penyimpanan sementara. Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya

mengacu pada ketentuan normatif dalam Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008, Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 2020, dan Permen LHK Nomor 9 Tahun 2024, tetapi juga menerjemahkan ketentuan tersebut menjadi parameter desain rekayasa (*engineering design parameters*), seperti kapasitas penyimpanan, sistem zonasi, spesifikasi wadah, tata letak fasilitas, mekanisme operasional, serta prosedur keselamatan. Pendekatan ini diharapkan dapat mempersempit kesenjangan antara regulasi dan implementasi, sehingga rancangan sistem penyimpanan sementara yang dihasilkan lebih aplikatif dan dapat direplikasi pada kota-kota lain dengan karakteristik yang serupa.

3.4.2 Prinsip Keselamatan dalam Penyimpanan SB3RT

Keselamatan merupakan prinsip utama dalam penyimpanan limbah berbahaya. Berbagai pedoman internasional, seperti *United States Environmental Protection Agency (USEPA, 2024)*, *United Nations Globally Harmonized System (UN GHS, 2023)*, dan *European Commission (2020)*, menekankan bahwa sistem penyimpanan harus mampu mencegah terjadinya kebocoran, tumpahan, kebakaran, ledakan, maupun paparan terhadap pekerja dan masyarakat.

Prinsip tersebut diwujudkan melalui penggunaan wadah yang sesuai dengan karakteristik limbah, sistem ventilasi yang memadai, pelabelan yang jelas, pembatasan akses, inspeksi berkala, serta penyediaan peralatan tanggap darurat. Selain itu, fasilitas penyimpanan harus dirancang untuk mengantisipasi kondisi darurat seperti kebakaran, tumpahan bahan kimia, maupun kerusakan wadah akibat benturan selama proses operasional.

Ferronato dan Torretta (2019) menjelaskan bahwa sebagian besar insiden pada fasilitas pengelolaan HHW bukan disebabkan oleh volume limbah yang besar, tetapi akibat kegagalan dalam menerapkan prinsip keselamatan dasar, seperti pencampuran limbah yang tidak kompatibel dan penggunaan wadah yang tidak sesuai.

Keselamatan dalam penyimpanan sementara SB3RT merupakan prinsip fundamental yang bertujuan untuk mencegah terjadinya pelepasan bahan berbahaya ke lingkungan sebelum limbah tersebut diproses lebih lanjut.

Menurut *United Nations Environment Programme* (UNEP, 2021), penyimpanan sementara merupakan salah satu tahapan dengan tingkat risiko tertinggi dalam rantai pengelolaan limbah berbahaya karena pada fase ini limbah masih berada dalam kondisi bercampur, belum distabilisasi, dan berpotensi mengalami kerusakan kemasan. Oleh karena itu, desain fasilitas penyimpanan harus mampu mengendalikan kemungkinan terjadinya tumpahan, kebocoran, kebakaran, maupun paparan terhadap pekerja dan masyarakat.

Konsep keselamatan penyimpanan berkembang dari pendekatan ***risk-based management***, yaitu pengelolaan yang menempatkan identifikasi bahaya (*hazard identification*) sebagai dasar dalam menentukan spesifikasi fasilitas. Menurut USEPA (2024), seluruh fasilitas penyimpanan HHW harus mempertimbangkan tiga komponen utama, yaitu ***hazard source***, ***exposure pathway***, dan ***receptor***. Apabila salah satu komponen tersebut dapat dikendalikan melalui desain fasilitas, maka tingkat risiko dapat dikurangi secara signifikan. Oleh karena itu, penyimpanan sementara tidak dipandang sebagai tempat penampungan semata, tetapi sebagai sistem pengendalian risiko lingkungan.

Salah satu aspek penting dalam keselamatan adalah **pengendalian kebocoran (*spill prevention*)**. Ferronato dan Torretta (2019) menjelaskan bahwa sebagian besar pencemaran akibat HHW bukan berasal dari kegagalan pengolahan akhir, melainkan dari kebocoran wadah selama penyimpanan dan pengangkutan. Baterai bekas yang rusak dapat melepaskan elektrolit dan logam berat, sedangkan wadah cat atau pelarut yang bocor dapat menghasilkan emisi senyawa organik volatil (*Volatile Organic Compounds/VOC*). Oleh karena itu, setiap wadah penyimpanan harus memiliki ketahanan terhadap korosi, benturan mekanis, dan perubahan suhu.

Selain kebocoran, **kebakaran** menjadi salah satu risiko yang semakin meningkat akibat bertambahnya penggunaan baterai *lithium-ion* pada perangkat elektronik rumah tangga. *International Solid Waste Association* (ISWA, 2022) melaporkan peningkatan insiden kebakaran di fasilitas

pengelolaan sampah di berbagai negara yang dipicu oleh baterai lithium yang mengalami *thermal runaway*. Reaksi tersebut dapat terjadi akibat benturan, hubungan arus pendek, atau tekanan mekanis selama penyimpanan. Oleh karena itu, berbagai pedoman internasional merekomendasikan penyimpanan baterai secara terpisah dalam wadah tahan api dan terlindung dari kelembapan.

Keselamatan juga mencakup **pengendalian paparan terhadap pekerja**. Menurut *World Health Organization* (WHO, 2021), pekerja persampahan merupakan kelompok yang memiliki risiko tinggi mengalami paparan logam berat, bahan korosif, maupun uap bahan kimia karena kontak langsung dengan limbah yang tidak terpilah. Risiko tersebut dapat dikurangi melalui penyediaan alat pelindung diri (APD), sistem ventilasi yang memadai, prosedur kerja yang baku, serta pelatihan keselamatan secara berkala. Dengan demikian, aspek keselamatan tidak hanya berkaitan dengan desain bangunan, tetapi juga mencakup pengelolaan sumber daya manusia. Pendekatan keselamatan modern juga menerapkan prinsip ***secondary containment***, yaitu penyediaan sistem penahan tumpahan apabila wadah utama mengalami kerusakan. USEPA (2024) merekomendasikan kapasitas *secondary containment* minimal mampu menampung isi wadah terbesar atau sedikitnya 10% dari total volume limbah yang disimpan. Sistem ini banyak diterapkan pada fasilitas penyimpanan bahan kimia dan HHW di Amerika Serikat maupun Uni Eropa untuk mencegah penyebaran limbah ke lingkungan apabila terjadi kebocoran.

Di negara berkembang, implementasi prinsip keselamatan menunjukkan variasi yang cukup besar. Malaysia melalui ***Department of Environment (DOE)*** telah mengembangkan pusat pengumpulan HHW yang menerapkan pemisahan berdasarkan kompatibilitas bahan, penggunaan wadah berlabel, lantai kedap air, serta prosedur inspeksi rutin. Thailand menerapkan ***Community Hazardous Waste Collection Program***, di mana masyarakat mengumpulkan baterai, lampu fluoresen, dan limbah elektronik pada titik pengumpulan khusus yang selanjutnya dipindahkan ke fasilitas penyimpanan sementara tingkat kota. Sementara itu, Vietnam masih

menghadapi tantangan berupa keterbatasan fasilitas penyimpanan dan rendahnya tingkat pemilahan di sumber, sehingga sebagian besar HHW masih tercampur dengan sampah domestik (Kumar et al., 2023).

Perbandingan tersebut menunjukkan bahwa keberhasilan penerapan prinsip keselamatan tidak hanya dipengaruhi oleh regulasi, tetapi juga oleh dukungan infrastruktur, kapasitas kelembagaan, serta partisipasi masyarakat. Negara yang telah menyediakan fasilitas penyimpanan sementara dengan standar teknis yang jelas cenderung memiliki tingkat pencampuran HHW yang lebih rendah dibandingkan negara yang masih mengandalkan sistem pengumpulan campuran. Oleh karena itu, pengembangan sistem penyimpanan sementara di Indonesia perlu mengadopsi praktik-praktik terbaik yang telah terbukti efektif di berbagai negara berkembang.

Dalam konteks Indonesia, Permen LHK Nomor 9 Tahun 2024 telah mengatur bahwa penyimpanan sampah yang mengandung B3 harus memperhatikan keamanan lokasi, karakteristik limbah, sistem pelabelan, dan pencegahan pencemaran lingkungan. Namun, regulasi tersebut belum menguraikan secara rinci spesifikasi teknis seperti kapasitas *secondary containment*, kebutuhan ventilasi, sistem pemisahan kompatibilitas, maupun tata letak fasilitas. Akibatnya, setiap pemerintah daerah masih memerlukan interpretasi teknis dalam merancang fasilitas penyimpanan sementara yang sesuai dengan kondisi lokal.

Berdasarkan berbagai kajian tersebut, dapat disimpulkan bahwa prinsip keselamatan dalam penyimpanan SB3RT harus mencakup perlindungan terhadap lingkungan, pekerja, dan masyarakat melalui pendekatan ***risk-based storage***. Prinsip ini kemudian menjadi dasar dalam penelitian ini untuk merumuskan parameter desain penyimpanan sementara yang meliputi pemisahan limbah berdasarkan karakteristik bahaya, penggunaan wadah yang sesuai, penyediaan *secondary containment*, sistem ventilasi, jalur evakuasi, serta prosedur operasional yang mendukung keselamatan dan keberlanjutan pengelolaan SB3RT di Kota Cimahi.

Tabel 3.1 Perbandingan Prinsip Keselamatan Penyimpanan SB3RT/HHW di Beberapa Negara Berkembang

Negara	Regulasi/Pedoman	Implementasi Keselamatan	Pelajaran untuk Kota Cimahi
Indonesia	PP No. 27 Tahun 2020; Permen LHK No. 9 Tahun 2024	Mengatur kewajiban pengelolaan sampah spesifik dan penyimpanan sesuai karakteristik, namun spesifikasi teknis fasilitas masih terbatas	Perlu pedoman desain fasilitas penyimpanan yang lebih rinci
Malaysia	<i>Environmental Quality (Scheduled Wastes) Regulations; DOE Guidelines</i>	Wadah berlabel, lantai kedap, segregasi limbah, inspeksi rutin	Dapat diadopsi untuk desain TPS SB3RT
Thailand	<i>Community Hazardous Waste Collection Program</i>	Titik pengumpulan komunitas dan penyimpanan sementara sebelum transportasi	Model <i>drop-off point</i> sesuai untuk kawasan perkotaan
Vietnam	<i>National Strategy on Integrated Solid Waste Management</i>	Pemisahan HHW masih terbatas, infrastruktur penyimpanan belum merata	Menunjukkan pentingnya investasi infrastruktur sejak awal
Filipina	<i>Ecological Solid Waste Management Act</i>	Penguatan edukasi masyarakat dan pemilahan di sumber	Integrasi edukasi dengan desain fasilitas meningkatkan efektivitas sistem

3.4.3 Kompatibilitas Bahan dan Sistem Zonasi Penyimpanan

Karakteristik bahaya yang berbeda menyebabkan setiap kelompok SB3RT memerlukan sistem penyimpanan yang berbeda pula. Konsep *chemical compatibility* menjadi dasar dalam menentukan apakah dua atau lebih jenis limbah dapat disimpan dalam lokasi yang sama tanpa menimbulkan reaksi kimia yang berbahaya.

Menurut USEPA (2024), limbah mudah terbakar tidak boleh disimpan bersama bahan pengoksidasi, sedangkan limbah korosif harus dipisahkan dari limbah yang bersifat reaktif maupun logam tertentu. *United Nations* (2023) juga merekomendasikan sistem zonasi berdasarkan kelas bahaya untuk meminimalkan potensi kebakaran, ledakan, maupun pelepasan gas beracun.

Dalam praktiknya, berbagai negara telah menerapkan sistem zonasi penyimpanan yang memisahkan baterai, limbah elektronik, lampu yang mengandung merkuri, pestisida, cat, pelarut, aerosol, dan obat kedaluwarsa ke dalam area penyimpanan yang berbeda. Pendekatan tersebut terbukti mampu mengurangi risiko kontaminasi silang serta mempermudah proses pengumpulan dan pengangkutan ke fasilitas pengolahan.

Penerapan prinsip *chemical compatibility* di Indonesia mulai memperoleh perhatian melalui pengaturan mengenai pemilahan sampah spesifik pada **Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 2020** dan ketentuan teknis dalam **Permen LHK Nomor 9 Tahun 2024**. Kedua regulasi tersebut menegaskan bahwa sampah yang mengandung B3 harus dipisahkan sesuai karakteristiknya sebelum dilakukan pengangkutan maupun pengolahan lebih lanjut. Namun demikian, regulasi tersebut belum mengatur secara rinci matriks kompatibilitas bahan (*compatibility matrix*), tata letak zona penyimpanan, maupun jarak pemisahan antarjenis limbah sebagaimana diterapkan pada pedoman penyimpanan limbah berbahaya di beberapa negara maju. Akibatnya, implementasi di tingkat pemerintah daerah masih sangat bergantung pada interpretasi teknis masing-masing pengelola fasilitas.

Beberapa penelitian di Indonesia menunjukkan bahwa sebagian besar Tempat Pengolahan Sampah *Reduce-Reuse-Recycle* (TPS3R), bank sampah, maupun Tempat Penampungan Sementara (TPS) belum memiliki ruang khusus untuk penyimpanan SB3RT. Fionita dan Juwana (2018) melaporkan bahwa baterai bekas, lampu fluoresen, limbah elektronik, serta kemasan pestisida rumah tangga masih banyak ditemukan bercampur dengan sampah domestik akibat keterbatasan sarana pemilahan dan belum adanya sistem segregasi berdasarkan karakteristik bahaya. Temuan serupa disampaikan oleh Sidik et al. (2019), yang menunjukkan bahwa pencampuran berbagai jenis limbah tersebut meningkatkan potensi pelepasan logam berat, pencemaran lindi (*leachate*), serta paparan terhadap pekerja persampahan selama proses pengumpulan dan pengangkutan.

Dari perspektif rekayasa fasilitas, penerapan sistem zonasi berdasarkan kompatibilitas bahan memberikan beberapa keuntungan. Ferronato dan Torretta (2019) menjelaskan bahwa pemisahan limbah berdasarkan sifat mudah terbakar, korosif, reaktif, toksik, dan limbah yang mengandung logam berat mampu mengurangi risiko reaksi kimia yang tidak diinginkan, mempermudah proses identifikasi limbah, meningkatkan keselamatan kerja, serta mempercepat proses pengangkutan menuju fasilitas pengolahan atau pemanfaatan kembali. Selain itu, sistem zonasi juga mendukung penerapan prinsip *traceability* karena setiap kelompok limbah dapat didokumentasikan dan dipantau secara terpisah sejak diterima hingga diserahkan kepada pengelola berizin.

Meskipun demikian, penerapan sistem kompatibilitas bahan juga memiliki beberapa tantangan. Penyediaan ruang penyimpanan yang terpisah memerlukan luas lahan yang lebih besar, jumlah wadah penyimpanan yang lebih banyak, sistem pelabelan yang konsisten, serta sumber daya manusia yang memahami klasifikasi bahaya setiap jenis SB3RT. Pada kota-kota dengan keterbatasan anggaran dan lahan, seperti sebagian besar kota sedang di Indonesia, penerapan zonasi penuh sering kali sulit dilakukan. Oleh karena itu, berbagai penelitian merekomendasikan penggunaan pendekatan bertahap (*phased implementation*), yaitu memprioritaskan pemisahan

terhadap kelompok limbah dengan tingkat risiko tertinggi, seperti baterai, limbah elektronik, lampu yang mengandung merkuri, dan kemasan pestisida, sebelum memperluas sistem ke kelompok limbah lainnya (Kumar et al., 2023).

Berdasarkan berbagai kajian tersebut, dapat disimpulkan bahwa sistem penyimpanan berbasis *chemical compatibility* merupakan salah satu komponen utama dalam perancangan fasilitas penyimpanan sementara SB3RT. Penelitian ini mengadopsi prinsip tersebut sebagai dasar dalam menyusun rancangan zonasi penyimpanan di Kota Cimahi, dengan mempertimbangkan karakteristik bahaya limbah yang dominan, keterbatasan ruang fasilitas, kemudahan operasional, serta kesesuaian terhadap regulasi nasional. Pendekatan ini diharapkan mampu menghasilkan sistem penyimpanan yang tidak hanya memenuhi aspek keselamatan, tetapi juga realistis untuk diterapkan oleh pemerintah daerah.

Tabel 3.2 Penerapan Sistem *Chemical Compatibility* pada Penyimpanan SB3RT di Indonesia

Aspek	Kondisi Implementasi di Indonesia	Kelebihan	Kekurangan	Implikasi terhadap Desain Penelitian
Regulasi	PP No. 27 Tahun 2020 dan Permen LHK No. 9 Tahun 2024 mewajibkan pemilahan sampah yang mengandung B3 sesuai karakteristiknya	Memberikan dasar hukum pengelolaan SB3RT	Belum tersedia standar teknis rinci mengenai matriks kompatibilitas dan zonasi penyimpanan	Perlu menerjemahkan regulasi menjadi parameter desain teknis
Pemisahan limbah	Sebagian besar masih terbatas pada bank	Mudah diterapkan	SB3RT masih banyak tercampur	Dibutuhkan sistem segregasi berdasarkan

Aspek	Kondisi Implementasi di Indonesia	Kelebihan	Kekurangan	Implikasi terhadap Desain Penelitian
	sampah atau program khusus	pada skala kecil	dengan sampah domestic	karakteristik bahaya
Infrastruktur	TPS/TPS3R umumnya belum memiliki ruang khusus SB3RT	Memanfaatkan fasilitas yang telah ada	Kapasitas dan keamanan penyimpanan belum memadai	Perlu rancangan ruang penyimpanan khusus yang aman
Operasional	Pelabelan dan pencatatan belum seragam antar daerah	Fleksibel mengikuti kondisi daerah	Sulit melakukan penelusuran (<i>traceability</i>) limbah	Diperlukan SOP, label standar, dan sistem inventarisasi
Keselamatan	Penggunaan APD dan prosedur darurat mulai diterapkan di beberapa daerah	Meningkatkan perlindungan pekerja	Belum didukung fasilitas seperti <i>secondary containment</i> dan ventilasi khusus	Menjadi dasar penentuan spesifikasi teknis fasilitas

3.4.4 Persyaratan Sarana dan Prasarana Penyimpanan

Fasilitas penyimpanan sementara SB3RT harus memenuhi persyaratan fisik tertentu agar mampu menjamin keamanan limbah selama masa penyimpanan. Berbagai pedoman internasional merekomendasikan penggunaan lantai kedap air (*impermeable floor*), sistem penampung tumpahan (*secondary containment*), atap pelindung, ventilasi alami atau mekanis, sistem drainase yang terkendali, pencahayaan yang memadai, serta akses yang aman bagi petugas.

Selain aspek bangunan, penyediaan wadah penyimpanan juga menjadi komponen penting. Wadah harus tahan terhadap korosi, tidak bereaksi dengan limbah yang disimpan, mudah diberi label, serta memiliki kapasitas yang sesuai dengan volume limbah yang diperkirakan. Kumar et al. (2023) menjelaskan bahwa kesalahan dalam pemilihan wadah merupakan salah satu penyebab utama kebocoran limbah pada fasilitas penyimpanan HHW di negara berkembang. Dari sisi operasional, fasilitas juga harus dilengkapi dengan timbangan, alat pelindung diri (APD), alat pemadam api ringan (APAR), perlengkapan penanganan tumpahan (spill kit), serta sistem pencatatan digital maupun manual untuk mendukung kegiatan inventarisasi dan pelaporan.

Perancangan fasilitas penyimpanan sementara SB3RT harus mengacu pada prinsip penyelenggaraan pengelolaan sampah yang diamanatkan dalam Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah. Undang-undang tersebut menegaskan bahwa pengelolaan sampah harus dilakukan secara sistematis, menyeluruh, dan berkesinambungan dengan mengutamakan perlindungan kesehatan masyarakat dan kualitas lingkungan hidup. Meskipun tidak mengatur secara spesifik mengenai desain fasilitas penyimpanan SB3RT, prinsip kehati-hatian (*precautionary principle*) dan pencegahan pencemaran menjadi dasar bahwa sampah yang memiliki karakteristik berbahaya harus dikelola secara berbeda dari sampah domestik biasa. Dengan demikian, fasilitas penyimpanan sementara harus dirancang agar mampu mencegah pelepasan bahan berbahaya ke lingkungan sejak tahap awal pengelolaan.

Ketentuan tersebut kemudian diperkuat melalui Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 2020 tentang Pengelolaan Sampah Spesifik, yang mengklasifikasikan sampah yang mengandung Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) sebagai salah satu kategori sampah spesifik yang memerlukan penanganan khusus. Peraturan ini mengamanatkan bahwa penanganan sampah spesifik dilakukan melalui kegiatan pemilahan, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan, dan pemrosesan akhir sesuai karakteristik masing-masing jenis sampah. Dengan demikian, keberadaan fasilitas

penyimpanan sementara bukan hanya merupakan kebutuhan operasional, tetapi menjadi bagian dari kewajiban penyelenggaraan sistem pengelolaan sampah spesifik yang harus dipenuhi oleh pemerintah daerah sesuai kewenangannya.

Sebagai turunan dari PP Nomor 27 Tahun 2020, Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 9 Tahun 2024 tentang Penanganan Sampah yang Mengandung Bahan Berbahaya dan Beracun memberikan arahan yang lebih rinci mengenai mekanisme penanganan SB3RT. Regulasi tersebut menekankan bahwa sampah yang mengandung B3 harus dipilah berdasarkan karakteristiknya, ditempatkan dalam wadah yang sesuai, diberi identitas atau pelabelan yang jelas, serta disimpan pada lokasi yang aman sebelum diangkut menuju fasilitas pengelolaan yang memiliki izin. Ketentuan tersebut menjadi dasar dalam menentukan kebutuhan wadah penyimpanan, sistem pelabelan, serta tata letak ruang penyimpanan pada penelitian ini.

Selain aspek penyimpanan, Permen LHK Nomor 9 Tahun 2024 juga mengatur pentingnya pencatatan (*record keeping*) dan ketertelusuran (*traceability*) dalam pengelolaan sampah yang mengandung B3. Setiap kegiatan penerimaan, penyimpanan, dan penyerahan limbah harus didokumentasikan sehingga asal, jumlah, jenis, serta tujuan akhir limbah dapat ditelusuri. Dari perspektif rekayasa sistem, ketentuan ini mengharuskan fasilitas penyimpanan sementara dilengkapi dengan sistem administrasi yang memadai, seperti kode identifikasi wadah, formulir inventarisasi, serta mekanisme pelaporan berkala. Dengan demikian, fungsi fasilitas tidak hanya sebagai tempat penyimpanan fisik, tetapi juga sebagai pusat pengendalian informasi dalam rantai pengelolaan SB3RT.

Regulasi nasional juga menekankan pentingnya perlindungan terhadap kesehatan pekerja dan masyarakat. Dalam berbagai pedoman teknis Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, pengelolaan sampah yang mengandung B3 harus memperhatikan penggunaan alat pelindung diri (APD), prosedur penanganan tumpahan (*spill response*), pengendalian akses ke area penyimpanan, serta penyediaan sarana tanggap darurat. Ketentuan

tersebut sejalan dengan prinsip keselamatan kerja sebagaimana diatur dalam peraturan perundang-undangan mengenai keselamatan dan kesehatan kerja (K3). Oleh karena itu, aspek keselamatan menjadi salah satu parameter penting dalam penyusunan desain fasilitas penyimpanan sementara yang akan dikembangkan dalam penelitian ini.

Meskipun kerangka regulasi nasional telah tersedia, implementasinya di tingkat daerah masih menghadapi tantangan. Banyak pemerintah kabupaten dan kota belum memiliki standar teknis mengenai ukuran fasilitas, kapasitas penyimpanan, pembagian zona, maupun spesifikasi wadah penyimpanan SB3RT. Akibatnya, sebagian besar Tempat Penampungan Sementara (TPS) dan TPS3R masih mengelola SB3RT bersama sampah domestik sehingga meningkatkan potensi kontaminasi silang dan pencemaran lingkungan. Kondisi ini menunjukkan bahwa masih terdapat kesenjangan antara regulasi normatif dan pedoman teknis yang dapat diterapkan secara langsung di lapangan.

Berdasarkan kajian terhadap regulasi tersebut, penelitian ini menerjemahkan ketentuan normatif menjadi parameter desain rekayasa yang dapat diterapkan pada fasilitas penyimpanan sementara SB3RT di Kota Cimahi. Parameter tersebut meliputi penentuan kapasitas berdasarkan proyeksi timbulan, pemisahan limbah sesuai karakteristik bahaya, sistem zonasi penyimpanan, spesifikasi wadah, pelabelan, kebutuhan luas ruang, jalur sirkulasi, sistem ventilasi, perlengkapan keselamatan, serta mekanisme pencatatan dan pengendalian operasional. Pendekatan ini diharapkan dapat menjembatani kesenjangan antara regulasi dan implementasi teknis sehingga menghasilkan rancangan fasilitas yang memenuhi persyaratan hukum sekaligus layak diterapkan pada sistem persampahan perkotaan.

3.4.5 Implikasi Persyaratan Teknis terhadap Perancangan Sistem

Penyimpanan

Persyaratan teknis yang telah dibahas menunjukkan bahwa perancangan fasilitas penyimpanan sementara tidak dapat hanya didasarkan pada kebutuhan ruang penyimpanan semata. Sebaliknya, desain harus mengintegrasikan aspek kapasitas, karakteristik bahaya, kompatibilitas

bahan, keselamatan kerja, kemudahan operasional, serta kepatuhan terhadap regulasi. Dengan demikian, fasilitas penyimpanan tidak hanya berfungsi sebagai tempat penampungan sementara, tetapi juga sebagai instrumen pengendalian risiko dalam sistem pengelolaan SB3RT.

Dalam penelitian ini, seluruh persyaratan teknis tersebut diterjemahkan menjadi parameter desain, yang meliputi kapasitas penyimpanan berdasarkan proyeksi timbulan, sistem zonasi berdasarkan karakteristik bahaya, spesifikasi wadah penyimpanan, kebutuhan luas fasilitas, tata letak (layout), jalur sirkulasi, sistem pelabelan, hingga mekanisme operasional. Pendekatan ini sejalan dengan konsep risk-based engineering design, yaitu perancangan fasilitas yang didasarkan pada identifikasi bahaya dan analisis risiko, bukan hanya pada kebutuhan kapasitas.

Berbeda dengan sebagian besar penelitian terdahulu yang berfokus pada inventarisasi timbulan atau evaluasi kebijakan, penelitian ini mengintegrasikan proyeksi timbulan, karakteristik bahaya, dan persyaratan teknis ke dalam satu kerangka perancangan. Dengan demikian, hasil penelitian diharapkan tidak hanya relevan bagi Kota Cimahi sebagai studi kasus, tetapi juga dapat menjadi model konseptual yang dapat diadaptasi oleh pemerintah daerah lain dalam mengembangkan fasilitas penyimpanan sementara SB3RT sesuai karakteristik wilayahnya.

3.5 Kriteria Perancangan Sistem Penyimpanan Sementara Sampah Bahan Beracun dan Berbahaya Rumah Tangga (SB3RT)

Perancangan sistem penyimpanan sementara Sampah Bahan Berbahaya dan Beracun Rumah Tangga (SB3RT) merupakan tahapan penting dalam menjamin keamanan pengelolaan sampah sebelum dilakukan pengangkutan menuju fasilitas pengolahan atau pemanfaatan akhir. Berbeda dengan fasilitas penyimpanan sampah domestik pada umumnya, fasilitas penyimpanan SB3RT harus dirancang dengan mempertimbangkan karakteristik bahaya limbah, kapasitas penyimpanan, keselamatan kerja, perlindungan lingkungan, serta kemudahan operasional. Oleh karena itu, proses perancangan tidak hanya berorientasi pada kebutuhan ruang

penyimpanan, tetapi juga harus mampu mengendalikan potensi risiko pencemaran dan kecelakaan yang dapat ditimbulkan selama masa penyimpanan (Ferronato & Torretta, 2019).

Menurut Tchobanoglous dan Kreith (2002), suatu fasilitas penyimpanan limbah yang baik harus memenuhi empat prinsip utama, yaitu **kapasitas yang memadai, keamanan terhadap lingkungan, kemudahan operasional, dan fleksibilitas terhadap peningkatan timbulan di masa mendatang**. Prinsip tersebut menjadi dasar dalam penyusunan parameter desain fasilitas penyimpanan sementara karena kapasitas yang terlalu kecil dapat menyebabkan penumpukan limbah, sedangkan kapasitas yang terlalu besar akan meningkatkan biaya investasi serta pemeliharaan fasilitas.

Selain mempertimbangkan kapasitas, desain fasilitas penyimpanan juga harus memperhatikan **karakteristik bahaya setiap jenis SB3RT**. Limbah yang bersifat mudah terbakar, korosif, reaktif, maupun beracun memerlukan sistem penyimpanan yang berbeda agar tidak terjadi reaksi kimia yang membahayakan. United Nations (2023) dan USEPA (2024) merekomendasikan agar penyimpanan dilakukan berdasarkan prinsip **chemical compatibility**, yaitu pemisahan limbah sesuai karakteristik bahaya sehingga setiap kelompok limbah ditempatkan pada zona penyimpanan yang berbeda. Penerapan sistem ini terbukti mampu mengurangi potensi kebakaran, ledakan, pencemaran, maupun paparan terhadap pekerja.

Kriteria perancangan juga dipengaruhi oleh **proyeksi timbulan SB3RT**. Besarnya volume limbah yang diperkirakan masuk ke fasilitas akan menentukan kapasitas wadah, luas ruang penyimpanan, frekuensi pengangkutan, hingga kebutuhan sarana pendukung. Kumar et al. (2023) menjelaskan bahwa penggunaan pendekatan skenario lebih tepat dibandingkan menggunakan satu nilai timbulan tetap karena mampu mengakomodasi ketidakpastian akibat pertumbuhan penduduk, perubahan pola konsumsi, serta peningkatan penggunaan produk elektronik dan bahan kimia rumah tangga.

Dari aspek keselamatan kerja, fasilitas penyimpanan sementara harus dirancang untuk meminimalkan kontak langsung antara limbah dan petugas. WHO (2021) merekomendasikan penggunaan jalur sirkulasi satu arah, penyediaan ventilasi yang memadai, ruang gerak yang cukup untuk proses pemindahan limbah, serta lokasi penyimpanan yang mudah dijangkau kendaraan pengangkut. Selain itu, fasilitas juga harus dilengkapi dengan alat pemadam api ringan (APAR), perlengkapan penanganan tumpahan (*spill kit*), rambu keselamatan, dan alat pelindung diri (APD) guna mengurangi risiko kecelakaan kerja.

Dalam konteks Indonesia, kriteria perancangan fasilitas penyimpanan sementara harus mengacu pada **Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008**, **Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 2020**, serta **Permen LHK Nomor 9 Tahun 2024**. Regulasi tersebut menegaskan bahwa penyimpanan sampah yang mengandung B3 harus memperhatikan karakteristik limbah, sistem pelabelan, keamanan lokasi, pencatatan, serta perlindungan terhadap kesehatan masyarakat dan lingkungan hidup. Meskipun belum mengatur dimensi maupun spesifikasi bangunan secara rinci, regulasi tersebut telah memberikan prinsip-prinsip dasar yang dapat diterjemahkan menjadi parameter desain rekayasa.

Berdasarkan berbagai kajian tersebut, penelitian ini menyusun kriteria perancangan penyimpanan sementara SB3RT yang mengintegrasikan aspek timbulan, karakteristik bahaya, persyaratan teknis, keselamatan kerja, dan regulasi nasional. Pendekatan ini diharapkan menghasilkan rancangan fasilitas yang tidak hanya memenuhi ketentuan hukum, tetapi juga mudah dioperasikan oleh pemerintah daerah serta dapat direplikasi pada kota-kota lain yang memiliki karakteristik sistem persampahan serupa.

Berdasarkan hasil sintesis berbagai pedoman internasional, regulasi nasional, dan hasil penelitian terdahulu, terdapat beberapa aspek utama yang harus dipertimbangkan dalam perancangan sistem penyimpanan sementara SB3RT. Aspek-aspek tersebut tidak hanya berkaitan dengan kebutuhan kapasitas penyimpanan, tetapi juga mencakup keselamatan, perlindungan lingkungan, kemudahan operasional, serta sistem administrasi yang

mendukung ketertelusuran limbah. Ringkasan kriteria umum yang digunakan sebagai dasar dalam penelitian ini disajikan pada **Tabel 3.3**.

Tabel 3.3 Kriteria Umum Perancangan Sistem Penyimpanan Sementara SB3RT

Aspek Perancangan	Kriteria	Dasar Acuan
Kapasitas penyimpanan	Berdasarkan proyeksi timbulan SB3RT dan waktu penyimpanan	Tchobanoglous & Kreith (2002); Kumar et al. (2023)
Pemisahan limbah	Berdasarkan karakteristik bahaya (<i>chemical compatibility</i>)	USEPA (2024); United Nations (2023)
Wadah penyimpanan	Tahan bocor, tahan korosi, mudah diberi label	Permen LHK No. 9 Tahun 2024
Bangunan	Lantai kedap air, beratap, memiliki ventilasi	USEPA (2024)
Keselamatan	APAR, spill kit, APD, rambu keselamatan	WHO (2021); Permen LHK No. 9 Tahun 2024
Operasional	Mudah diakses kendaraan dan petugas	Ferronato & Torretta (2019)
Administrasi	Sistem pencatatan dan pelabelan limbah	Permen LHK No. 9 Tahun 2024

Berdasarkan **Tabel 3.3**, dapat diketahui bahwa perancangan sistem penyimpanan sementara SB3RT merupakan proses yang bersifat multidisiplin karena melibatkan aspek teknis, operasional, keselamatan, dan kepatuhan terhadap regulasi. Dari seluruh aspek tersebut, kapasitas penyimpanan dan karakteristik bahaya limbah menjadi parameter utama yang menentukan kebutuhan ruang, sistem zonasi, serta spesifikasi fasilitas penyimpanan. Oleh karena itu, seluruh kriteria tersebut digunakan sebagai acuan dalam penyusunan parameter desain yang akan diterapkan pada penelitian ini.

Agar kriteria umum perancangan dapat diterapkan secara operasional, setiap aspek tersebut selanjutnya diterjemahkan menjadi parameter desain yang dapat diukur dan dianalisis. Parameter ini menjadi dasar dalam menentukan kebutuhan kapasitas penyimpanan, sistem zonasi, tata letak fasilitas, hingga mekanisme operasional penyimpanan sementara SB3RT. Rincian parameter yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada **Tabel 3.4**

Tabel 3.4 Parameter Desain yang Digunakan dalam Penelitian

Parameter	Indikator	Implikasi terhadap Desain	Dasar Acuan
Timbulan SB3RT	Jumlah timbulan harian, komposisi limbah, densitas (<i>bulk density</i>), laju pertumbuhan timbulan	Menentukan kapasitas dan volume penyimpanan	Tchobanoglous & Kreith (2002); Inglezakis & Moustakas (2015); Kumar et al. (2023)
Karakteristik bahaya	<i>Ignitable, Corrosive, Reactive, Toxic</i> (ICRT), kandungan logam berat	Menentukan sistem segregasi dan zonasi penyimpanan	USEPA (2024); United Nations (2023); Ferronato & Torretta (2019)
Jenis SB3RT	Baterai, limbah elektronik, lampu, cat, aerosol, pestisida, obat kedaluwarsa, bahan pembersih rumah tangga	Menentukan jumlah kompartemen dan jenis wadah	PP No. 27 Tahun 2020; Permen LHK No. 9 Tahun 2024; Fionita & Juwana (2018)
Persyaratan teknis	Jenis wadah, lantai kedap air, ventilasi, atap, pelabelan,	Menentukan spesifikasi bangunan dan fasilitas	Permen LHK No. 9 Tahun 2024; USEPA (2024); WHO (2021)

Parameter	Indikator	Implikasi terhadap Desain	Dasar Acuan
	<i>secondary containment</i>		
Keselamatan	APAR, <i>spill kit</i> , APD, jalur evakuasi, rambu K3, inspeksi rutin	Menentukan sistem proteksi dan keselamatan operasional	WHO (2021); ISWA (2022); USEPA (2024)
Operasional	Waktu penyimpanan, frekuensi pengangkutan, sistem pencatatan, akses kendaraan, SOP	Menentukan alur operasional dan manajemen fasilitas	Ferronato & Torretta (2019); Tchobanoglous & Kreith (2002); Permen LHK No. 9 Tahun 2024

3.6 Pendekatan Perancangan Fasilitas Penyimpanan Sementara Sampah Bahan Beracun dan Berbahaya Rumah Tangga (SB3RT)

Perancangan fasilitas penyimpanan sementara Sampah Bahan Berbahaya dan Beracun Rumah Tangga (SB3RT) merupakan proses yang mengintegrasikan prinsip rekayasa lingkungan, manajemen risiko, keselamatan kerja, serta pengelolaan persampahan. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa keberhasilan suatu fasilitas penyimpanan tidak hanya ditentukan oleh besarnya kapasitas yang tersedia, tetapi juga oleh kemampuan fasilitas tersebut dalam mencegah pencemaran lingkungan, meminimalkan paparan terhadap manusia, serta mendukung efisiensi operasional selama proses pengumpulan dan pengangkutan limbah (Ferronato & Torretta, 2019). Oleh karena itu, pendekatan perancangan fasilitas penyimpanan harus dilakukan secara sistematis dengan mempertimbangkan seluruh tahapan pengelolaan SB3RT.

Menurut Tchobanoglous dan Kreith (2002), proses perancangan fasilitas pengelolaan limbah pada umumnya diawali dengan identifikasi

karakteristik limbah yang akan ditangani. Informasi mengenai jenis limbah, jumlah timbulan, komposisi, karakteristik fisik, serta sifat bahayanya menjadi dasar dalam menentukan kapasitas, jenis wadah, kebutuhan ruang, dan tata letak fasilitas. Pendekatan ini banyak digunakan dalam perancangan fasilitas pengelolaan limbah perkotaan karena mampu menghasilkan desain yang sesuai dengan kondisi aktual wilayah pelayanan.

Dalam pengelolaan SB3RT, karakteristik bahaya menjadi faktor utama yang membedakan proses perancangan dibandingkan fasilitas penyimpanan sampah domestik. United Nations (2023) dan USEPA (2024) menegaskan bahwa limbah yang memiliki sifat mudah terbakar (*ignitable*), korosif (*corrosive*), reaktif (*reactive*), dan beracun (*toxic*) memerlukan sistem segregasi berdasarkan prinsip *chemical compatibility*. Oleh karena itu, proses perancangan tidak hanya mempertimbangkan besarnya volume limbah, tetapi juga hubungan kompatibilitas antarjenis limbah untuk menghindari reaksi kimia yang dapat meningkatkan risiko kebakaran, ledakan, maupun pelepasan zat berbahaya.

Selain karakteristik limbah, berbagai penelitian menekankan pentingnya mempertimbangkan aspek operasional dalam proses perancangan. Kumar et al. (2023) menjelaskan bahwa kapasitas fasilitas harus disesuaikan dengan frekuensi pengumpulan, lama penyimpanan, pola pelayanan, serta kemampuan sistem pengangkutan. Pendekatan ini memungkinkan fasilitas tetap berfungsi secara optimal meskipun terjadi peningkatan timbulan limbah akibat pertumbuhan penduduk, perubahan pola konsumsi, maupun perkembangan penggunaan produk elektronik rumah tangga.

Aspek keselamatan kerja dan perlindungan lingkungan juga menjadi bagian yang tidak terpisahkan dalam proses perancangan fasilitas penyimpanan sementara. WHO (2021) merekomendasikan agar fasilitas dilengkapi dengan sistem ventilasi, jalur evakuasi, perlengkapan tanggap darurat, pengendalian akses, serta sistem pelabelan yang jelas. Sementara itu, USEPA (2024) menambahkan bahwa bangunan penyimpanan harus memiliki lantai kedap air, perlindungan terhadap air hujan, sistem penampung tumpahan (*secondary containment*), dan pengaturan drainase

yang mampu mencegah kontaminasi tanah maupun badan air di sekitar lokasi penyimpanan.

Dalam konteks negara berkembang, pendekatan perancangan fasilitas penyimpanan tidak hanya mempertimbangkan aspek teknis, tetapi juga memperhatikan keterbatasan lahan, anggaran, dan kapasitas kelembagaan pemerintah daerah. Pengalaman di Malaysia, Thailand, dan Vietnam menunjukkan bahwa desain modular dengan pembagian kompartemen berdasarkan kelompok bahaya lebih mudah diterapkan dibandingkan pembangunan fasilitas yang kompleks (ISWA, 2022). Pendekatan modular memungkinkan penambahan kapasitas secara bertahap sesuai peningkatan timbulan SB3RT tanpa memerlukan perubahan struktur bangunan secara menyeluruh. Konsep ini dinilai lebih sesuai untuk kota-kota berkembang yang memiliki keterbatasan sumber daya, termasuk Kota Cimahi.

Meskipun berbagai pedoman internasional telah menjelaskan prinsip umum perancangan fasilitas penyimpanan limbah berbahaya, sebagian besar masih ditujukan untuk limbah industri atau limbah B3 dari kegiatan komersial. Hingga saat ini, pedoman teknis yang secara khusus mengatur perancangan fasilitas penyimpanan sementara SB3RT pada sistem persampahan perkotaan di Indonesia masih sangat terbatas. Kondisi tersebut menunjukkan adanya kebutuhan untuk mengembangkan suatu pendekatan perancangan yang mengintegrasikan proyeksi timbulan, karakteristik bahaya, persyaratan teknis, dan kondisi operasional pemerintah daerah ke dalam satu kerangka yang komprehensif.

Berdasarkan sintesis berbagai literatur tersebut, penelitian ini mengadopsi pendekatan perancangan yang dimulai dari identifikasi timbulan dan karakteristik SB3RT, dilanjutkan dengan evaluasi persyaratan teknis dan keselamatan, kemudian diterjemahkan ke dalam kebutuhan kapasitas, sistem zonasi, serta tata letak fasilitas penyimpanan sementara. Pendekatan ini diharapkan menghasilkan rancangan yang tidak hanya memenuhi aspek teknis dan regulasi, tetapi juga mudah diimplementasikan oleh pemerintah daerah serta dapat direplikasi pada kota-kota lain dengan karakteristik persampahan yang serupa.

Meskipun Indonesia telah memiliki kerangka regulasi mengenai pengelolaan sampah spesifik melalui Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 2020 dan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 9 Tahun 2024, implementasi penyimpanan sementara SB3RT masih menunjukkan tingkat kesiapan yang berbeda di setiap daerah. Sebagian pemerintah daerah telah mulai mengembangkan sistem pengumpulan dan penyimpanan sampah yang mengandung B3 melalui program bank sampah, pengumpulan limbah elektronik, maupun kegiatan drop box, sedangkan sebagian besar daerah lainnya masih mencampurkan SB3RT dengan sampah domestik pada Tempat Penampungan Sementara (TPS). Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa keberhasilan pengelolaan SB3RT tidak hanya dipengaruhi oleh keberadaan regulasi, tetapi juga oleh kesiapan infrastruktur, kapasitas kelembagaan, serta dukungan teknis di tingkat pemerintah daerah (KLHK, 2024).

Pemerintah Provinsi DKI Jakarta merupakan salah satu daerah yang telah mengembangkan mekanisme pengumpulan limbah rumah tangga tertentu melalui pengelolaan limbah elektronik (*e-waste*), baterai bekas, dan lampu yang mengandung merkuri bekerja sama dengan produsen maupun pengelola limbah berizin. Selain menyediakan titik pengumpulan di beberapa fasilitas publik, Pemerintah Provinsi DKI Jakarta juga mulai mengintegrasikan pengumpulan limbah elektronik dalam kegiatan bank sampah dan kampanye ekonomi sirkular. Namun demikian, berbagai penelitian menunjukkan bahwa cakupan pelayanan masih terbatas dan belum seluruh jenis SB3RT memiliki sistem penyimpanan sementara yang terstandarisasi sebelum diangkut menuju pengolah berizin (Sidik et al., 2019; DLH DKI Jakarta, 2023).

Di Kota Surabaya, pemerintah daerah telah mengembangkan berbagai program pengurangan sampah melalui bank sampah, rumah kompos, serta pengumpulan limbah elektronik pada waktu-waktu tertentu (*scheduled collection*). Keberhasilan Surabaya dalam pengelolaan sampah perkotaan menunjukkan bahwa partisipasi masyarakat dapat meningkatkan efektivitas pemilahan sejak dari sumber. Akan tetapi, beberapa kajian menyebutkan

bahwa fasilitas penyimpanan sementara yang secara khusus dirancang untuk menampung seluruh kategori SB3RT masih belum tersedia secara merata, sehingga sebagian limbah berbahaya rumah tangga masih bergabung dengan aliran sampah domestik (Astheria & Heruman, 2020; SIPSN KLHK, 2024).

Kondisi yang hampir serupa juga ditemukan di Kota Yogyakarta dan Kota Semarang, yang telah memiliki berbagai kebijakan pengurangan sampah melalui bank sampah dan TPS3R. Kedua kota tersebut mulai mengembangkan pengumpulan limbah elektronik dan baterai bekas melalui kegiatan edukasi masyarakat maupun kerja sama dengan produsen. Namun demikian, mekanisme penyimpanan sementara masih bersifat sektoral dan belum didukung oleh fasilitas khusus yang dirancang berdasarkan karakteristik bahaya limbah. Akibatnya, proses pemisahan, penyimpanan, dan pengangkutan SB3RT masih sangat bergantung pada kegiatan insidental atau program tertentu sehingga keberlanjutannya belum optimal (Rahmawati et al., 2022; KLHK, 2023).

Berbeda dengan beberapa kota tersebut, Kota Cimahi hingga saat ini masih berada pada tahap awal dalam pengembangan sistem pengelolaan SB3RT. Pengelolaan persampahan masih didominasi oleh sampah domestik, sementara sistem penyimpanan sementara khusus untuk baterai bekas, limbah elektronik, lampu yang mengandung merkuri, obat kadaluwarsa, maupun kemasan bahan kimia rumah tangga belum tersedia secara terintegrasi dalam sistem persampahan kota. Kondisi tersebut menyebabkan berbagai jenis SB3RT berpotensi tercampur dengan sampah domestik selama proses pengumpulan, pengangkutan, maupun pengolahan sehingga meningkatkan risiko pencemaran lingkungan dan paparan terhadap petugas persampahan.

Perbandingan berbagai kota di Indonesia menunjukkan bahwa sebagian besar pemerintah daerah sebenarnya telah memiliki dasar regulasi dan komitmen dalam pengelolaan sampah spesifik. Akan tetapi, implementasi di lapangan masih menghadapi berbagai kendala, antara lain belum tersedianya standar desain fasilitas penyimpanan sementara, keterbatasan

kapasitas kelembagaan, minimnya sarana prasarana, serta belum adanya pedoman teknis yang dapat digunakan sebagai acuan oleh pemerintah daerah. Dengan demikian, kesenjangan utama bukan lagi terletak pada aspek regulasi, melainkan pada penerjemahan regulasi menjadi desain fasilitas yang aman, operasional, dan sesuai dengan karakteristik sistem persampahan perkotaan.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini mengembangkan pendekatan perancangan fasilitas penyimpanan sementara SB3RT yang mengintegrasikan proyeksi timbulan, karakteristik bahaya limbah, persyaratan teknis, dan kebutuhan operasional dalam satu kerangka desain. Pendekatan ini diharapkan tidak hanya dapat diterapkan pada Kota Cimahi sebagai studi kasus, tetapi juga menjadi model yang dapat direplikasi oleh pemerintah daerah lain di Indonesia yang menghadapi tantangan serupa dalam pengelolaan SB3RT.

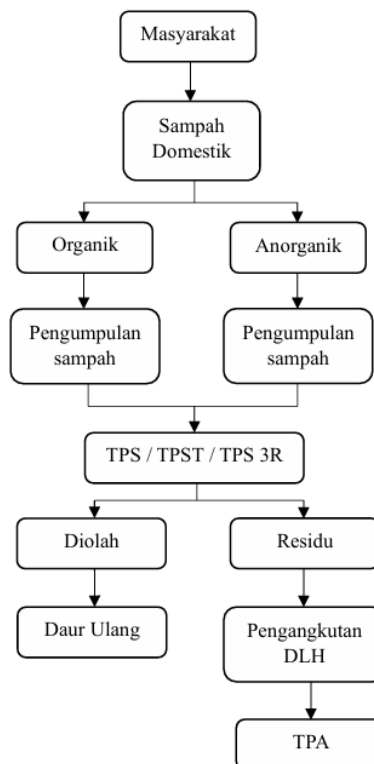
BAB IV

DASAR PERENCANAAN

4.1 Analisis Alur Pengelolaan Sampah Eksisting

4.1.1 Analisis Alur Pengelolaan Sampah

Sistem pengelolaan sampah di Kota Cimahi masih didominasi oleh pengelolaan sampah domestik secara umum. Meskipun telah tersedia sarana persampahan seperti TPS, TPST, dan TPS3R, belum terdapat mekanisme khusus yang mengatur pemilihan, pengumpulan, penyimpanan sementara, dan pengangkutan SB3RT secara terintegrasi. Akibatnya, SB3RT masih berpotensi tercampur dengan sampah domestik sehingga memerlukan suatu sistem penyimpanan sementara yang mampu mendukung pengelolaan secara aman dan efektif. Adapun **Gambar 4.1** sebagai berikut.



Gambar 4.1 Alur Pengelolaan Sampah

4.1.2 Analisis Sarana Pengelolaan Sampah

Kota Cimahi telah memiliki beberapa sarana pengelolaan sampah yang terdiri dari Tempat Penampungan Sementara (TPS), Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST), Tempat Pengolahan Sampah *Reuse-Reduce-Recycle* (TPS3R), bank sampah, serta fasilitas pengumpulan sampah spesifik berupa dropbox. Masing-masing sarana memiliki fungsi yang berbeda sesuai dengan jenis dan tahapan pengelolaan sampah yang dilakukan.

Berdasarkan hasil identifikasi terhadap sarana pengelolaan sampah eksisting, TPS pada umumnya berfungsi sebagai tempat penampungan sementara sebelum sampah diangkut menuju fasilitas pengolahan atau pemrosesan akhir. Sementara itu, TPS3R dan TPST telah dilengkapi dengan kegiatan pemilahan maupun pengolahan sampah sehingga memiliki sarana operasional yang lebih lengkap dibandingkan TPS. Adapun bank sampah berperan dalam pengumpulan sampah yang masih memiliki nilai ekonomi, sedangkan fasilitas dropbox digunakan untuk menampung beberapa jenis sampah spesifik dalam jumlah terbatas.

Meskipun sarana tersebut telah mendukung pengelolaan sampah di Kota Cimahi, hasil identifikasi menunjukkan bahwa belum terdapat fasilitas yang secara khusus digunakan sebagai tempat penyimpanan sementara SB3RT. Selain itu, proses penyimpanan sementara SB3RT masih belum dilakukan berdasarkan karakteristik bahanyanya sehingga berpotensi menyebabkan pencampuran dengan jenis sampah lainnya.

Berdasarkan kondisi tersebut, TPS3R dan TPST dinilai memiliki potensi yang lebih besar untuk dikembangkan sebagai lokasi perencanaan penyimpanan sementara SB3RT karena telah memiliki fungsi pengelolaan sampah, akses kendaraan operasional, serta ketersediaan lahan yang relatif lebih memadai dibanding dengan fasilitas lainnya.

Tabel 4.1 Analisis Sarana Pengelolaan Sampah Eksisting

Sarana	Fungsi Eksisting	Potensi
TPS	Penampungan sementara sampah domestik	Rendah

Sarana	Fungsi Eksisting	Potensi
TPST	Pengolahan sampah berbasis <i>Reuse, Reduce, Recycle</i>	Tinggi
TPS3R	Pengolahan sampah terpadu	Tinggi
Bank Sampah	Pengumpulan sampah bernilai ekonomi	Rendah
Dropbox	Pengumpulan sampah spesifik tertentu	Pendukung

Sumber : Hasil Analisis

4.1.3 Evaluasi Sistem Pengumpulan Sampah Spesifik

Pengumpulan sampah spesifik di Kota Cimahi saat ini telah dilakukan antara lain pemanfaatan fasilitas dropbox, kegiatan bank sampah, serta program pengumpulan limbah elektronik (*e-waste*). Adanya fasilitas tersebut menunjukkan upaya dalam memisahkan beberapa jenis sampah spesifik dari sampah domestik. Namun demikian, sistem yang tersedia masih memiliki keterbatasan baik dari sisi jenis sampah yang diterima maupun cakupan pelayanannya.

Fasilitas dropbox yang tersedia saat ini hanya dapat menampung jenis sampah tertentu dengan kapasitas yang terbatas sehingga belum mampu menampung seluruh jenis SB3RT yang dihasilkan Masyarakat. Di sisi lain, bank sampah lebih berfokus pada pengumpulan sampah yang memiliki nilai ekonomi sehingga belum menjadi sarana utama dalam pengelolaan SB3RT. Kegiatan pengumpulan limbah elektronik juga masih bersifat terbatas pada jenis limbah tertentu dan umumnya dilaksanakan pada waktu-waktu tertentu.

Berdasarkan hasil evaluasi tersebut, dapat diketahui bahwa sistem pengumpulan sampah spesifik di Kota Cimahi belum terintegrasi dengan fasilitas penyimpanan sementara SB3RT. Akibatnya, sampah yang telah dikumpulkan masih memerlukan mekanisme lanjutan agar dapat disimpan secara aman sebelum diangkut menuju pengelola limbah B3 berizin. Oleh karena itu, diperlukan mekanisme pengumpulan yang menghubungkan fasilitas dropbox dengan tempat penyimpanan sementara sehingga proses

pengelolaan SB3RT dapat berlangsung secara lebih sistematis dan berkelanjutan.

Tabel 4.2 Evaluasi Sistem Pengumpulan Sampah Spesifik

Sistem	Kelebihan	Keterbatasan
Dropbox	Mudah diakses masyarakat	Jenis sampah dan kapasitas terbatas
Bank sampah	Mendukung pemilahan sampah bernilai ekonomi	Belum mengelola seluruh SB3RT
Pengumpulan <i>e-waste</i>	Memisahkan limbah elektronik	Bersifat terbatas dan tidak rutin
Penyimpanan sementara SB3RT	Belum tersedia	Menjadi kebutuhan dalam perencanaan

Sumber : Hasil Analisis

4.2 Analisis Pemilihan Lokasi Perencanaan

Pemilihan lokasi yaitu menjadi salah satu tahapan terpenting dalam perencanaan fasilitas penyimpanan sementara sampah B3 rumah tangga (SB3RT), karena lokasi yang dipilih akan mempengaruhi efektifitas sistem pengumpulan, kemudian operasional, serta keberlanjutan pengelolaan SB3RT. Analisis pemilihan lokasi pada perencanaan ini dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu identifikasi lokasi potensial, penyusunan kriteria pemilihan lokasi, analisis kesesuaian lokasi, serta penetapan lokasi perencanaan. Tahapan tersebut bertujuan untuk mendapatkan lokasi yang memenuhi aspek teknis, operasional, dan pelayanan sehingga dapat mendukung penyelenggaraan sistem pengelolaan SB3RT di Kota Cimahi.

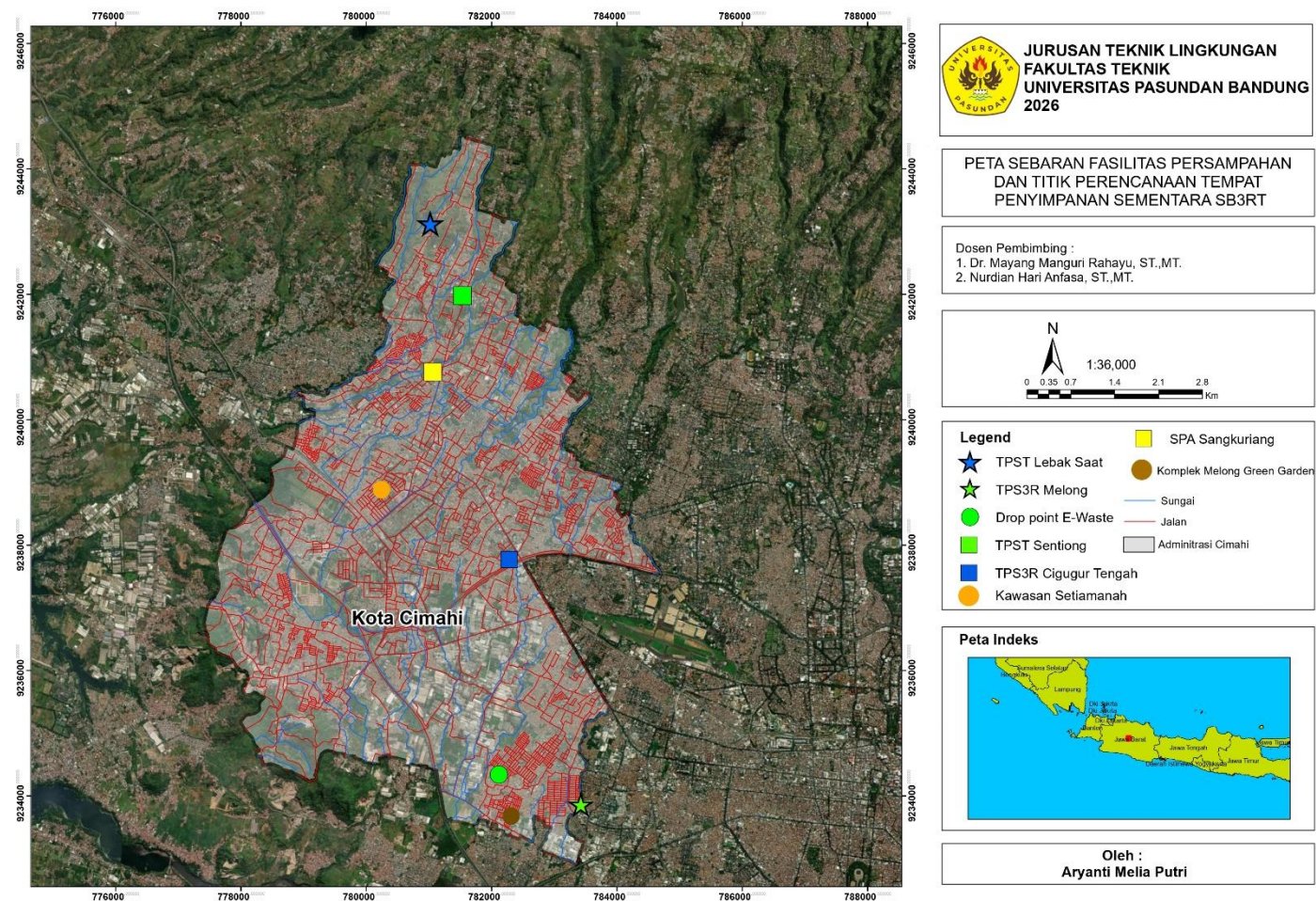
4.2.1 Identifikasi Lokasi Potensial

Tahap awal dalam pemilihan lokasi dilakukan dengan mengidentifikasi terhadap fasilitas persampahan yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai tempat penyimpanan sementara SB3RT. Identifikasi dilakukan berdasarkan hasil observasi lapangan. Berdasarkan proses identifikasi tersebut terdapat beberapa lokasi yang terdiri dari TPS, TPS3R, dan TPST yang tersebar di Kota Cimahi. berikut **Tabel 4.3**.

Tabel 4.3 Lokasi Potensial Perencanaan

Kecamatan	Lokasi	Jenis Lokasi	Tujuan Observasi
Cimahi Utara	TPS Cipageran	TPS	Mengidentifikasi kondisi fisik dan operasional TPS
	TPST Santiong	TPST	Mengevaluasi potensi integrasi penyimpanan sementara SB3RT
	TPST Lebak Saat	TPST	Mengidentifikasi kapasitas dan sistem pengolahan sampah
	Komplek Cihanjuang Permai	Permukiman	Mengamati sistem pengelolaan sampah mandiri
	Komplek Pesona Cihanjuang	Permukiman	Mengidentifikasi praktik pemilahan sampah di sumber
Cimahi Tengah	TPS Setiamanah	TPS	Mengidentifikasi kondisi pelayanan persampahan
	TPS3R Cigugur Tengah	TPS3R	Mengevaluasi kesiapan fasilitas untuk penyimpanan SB3RT
	Kawasan Setiamanah	Permukiman	Mengamati kegiatan bank sampah dan partisipasi masyarakat
Cimahi Selatan	TPS3R Melong	TPS3R	Mengevaluasi potensi pengembangan fasilitas
	Komplek Melong Green Garden	Permukiman	Mengamati sistem pengelolaan sampah berbasis masyarakat
	Komplek Cibeureum Permai	Permukiman	Mengidentifikasi praktik pemilahan dan pengumpulan sampah

Seluruh lokasi tersebut belum ditetapkan sebagai lokasi perencanaan, melainkan masih merupakan lokasi kandidat yang selanjutnya akan dievaluasi berdasarkan kriteria pemilihan lokasi. Identifikasi ini bertujuan untuk memperoleh alternatif lokasi yang memiliki potensi mendukung Pembangunan fasilitas penyimpanan sementara SB3RT.



Gambar 4.2 Peta Sebaran Titik Lokasi TPS, TPST dan TPS3R

4.2.2 Kriteria Pemilihan Lokasi

Pemilihan lokasi perencanaan tempat penyimpanan sampah B3 rumah tangga (SB3RT) dilakukan melalui proses penyaringan terhadap lokasi fasilitas pengelolaan sampah yang menjadi lokasi perencanaan. Penentuan lokasi tidak hanya didasarkan pada keberadaan fasilitas persampahan eksisting, tapi juga mempertimbangkan aspek teknis, operasional, lingkungan, aksesibilitas, jangkauan pelayanan, keamanan, serta potensi integrasi dengan sistem pengelolaan sampah yang telah berjalan.

Berdasarkan hasil identifikasi lokasi, selanjutnya dilakukan penyaringan lokasi dengan menggunakan beberapa kriteria yang meliputi fungsi lokasi, ketersediaan lahan, aksesibilitas, jangkauan pelayanan, kesesuaian tata guna lahan, keamanan lokasi, ketersediaan sarana pendukung, serta aspek pengelolaan. Kriteria ini digunakan sebagai dasar dalam menentukan lokasi yang paling sesuai untuk perencanaan tempat penyimpanan sementara SB3RT. Adapun **Tabel 4.4** sebagai berikut.

Tabel 4.4 Kriteria Lokasi Perencanaan

Kriteria Pemilihan Lokasi	Indikator Penilaian	TPS 3R Melong	TPST Lebak Saat
Fungsi Lokasi	Merupakan fasilitas pengelolaan sampah yang telah tersedia	✓	✓
Ketersediaan lahan	Tersedia ruang untuk penempatan fasilitas penyimpanan sampah B3 rumah tangga (SB3RT)	✓	✓
Aksesibilitas	Dapat dijangkau kendaraan pengumpulan dan pengangkutan	✓	✓
Jangkauan pelayanan	Berpotensi melayani sumber sampah B3 rumah tangga (SB3RT) di wilayah sekitarnya	✓	✓
Kesesuaian tata guna lahan	Lokasi telah digunakan untuk kegiatan pengelolaan sampah	✓	✓

Kriteria Pemilihan Lokasi	Indikator Penilaian	TPS 3R Melong	TPST Lebak Saat
Jarak terhadap permukiman	Penempatan fasilitas tidak menimbulkan gangguan langsung terhadap masyarakat	✓	✓
Keamanan lokasi	Dapat diawasi dan dibatasi serta tidak bebas diakses oleh masyarakat	✓	✓
Ketersediaan sarana khusus	Tersedia akses jalan, area operasional, dan fasilitas dasar	✓	✓
Aspek pengelolaan	Terdapat pengelola/penanggung jawab fasilitas	✓	✓

Sumber : Hasil Analisis

4.2.3 Analisis Kesesuaian Lokasi

Analisis kesesuaian lokasi dilakukan dengan membandingkan seluruh lokasi kandidat berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan. Setiap lokasi dievaluasi terhadap ketersediaan lahan, aksesibilitas, fungsi fasilitas, cakupan pelayanan, serta potensi pengembangannya sehingga diperoleh lokasi yang memiliki tingkat kesesuaian paling tinggi.

Berdasarkan hasil analisis, diperoleh dua lokasi yang memiliki tingkat kesesuaian paling tinggi, yaitu TPS3R Melong dan TPST Lebak Saat. Kedua lokasi tersebut dinilai memenuhi sebagian besar kriteria pemilihan lokasi, terutama dari aspek ketersediaan lahan, fungsi fasilitas eksisting, aksesibilitas kendaraan operasional, dan potensi pengembangan sebagai fasilitas penyimpanan sementara SB3RT.

Tabel 4.5 Analisis Kesesuaian Lokasi Perencanaan Penyimpanan Sementara SB3RT

No	Lokasi	Jenis Fasilitas	Ketersediaan Lahan	Aksesibilitas	Potensi Pengembangan	Hasil Analisis
1	TPST Sentiong	TPST	Terbatas	Baik	Terbatas karena lahan tersedia relatif sempit	Tidak diprioritaskan
2	TPST Lebak Saat	TPST	Tersedia	Baik	Berpotensi dikembangkan untuk penambahan bangunan penyimpanan sementara SB3RT	Dipilih
3	TPS3R Melong	TPS3R	Tersedia	Baik	Masih tersedia ruang untuk pengembangan fasilitas	Dipilih
4	TPS3R Cigugur Tengah	TPS3R	Terbatas	Cukup Baik	Ruang pengembangan terbatas	Tidak diprioritaskan
5	TPS Setiamanah	TPS	Tidak Tersedia	Cukup Baik	Tidak memungkinkan penambahan bangunan	Tidak diprioritaskan
6	TPS Cipageran	TPS	Terbatas	Baik	Kurang sesuai untuk Pembangunan fasilitas penyimpanan SB3RT	Tidak diprioritaskan

Sumber : Hasil Analisis

Berdasarkan hasil analisis pada **Tabel 4.5**, ketersediaan lahan menjadi faktor utama dalam proses pemilihan lokasi karena fasilitas penyimpanan sementara SB3RT memerlukan ruang tambahan untuk. Selain itu, fungsi fasilitas eksisting, aksesibilitas, dan potensi pengembangan juga menjadi pertimbangan dalam menentukan lokasi perencanaan.

Hasil analisis menentukan bahwa **TPS3R Melong** dan **TPST Lebak Saat** merupakan lokasi yang memenuhi kriteria pemilihan. Kedua lokasi memiliki lahan yang dapat dimanfaatkan untuk Pembangunan fasilitas penyimpanan sementara.

4.2.4 Penetapan Lokasi Perencanaan

Berdasarkan hasil analisis terhadap lokasi kandidat, ditetapkan dua lokasi yang memenuhi kriteria sebagai lokasi perencanaan fasilitas penyimpanan sementara SB3RT, yaitu TPS3R Melong dan TPST Lebak Saat. Kedua lokasi dipilih karena memiliki ketersediaan lahan yang memadai, aksesibilitas yang baik, serta berpotensi mendukung sistem pengumpulan SB3RT di Kota Cimahi.

4.3 Dasar Perencanaan Sistem Pengumpulan dan Penyimpanan SB3RT

4.3.1 Analisis Mekanisme Pengumpulan Sampah B3 Rumah Tangga

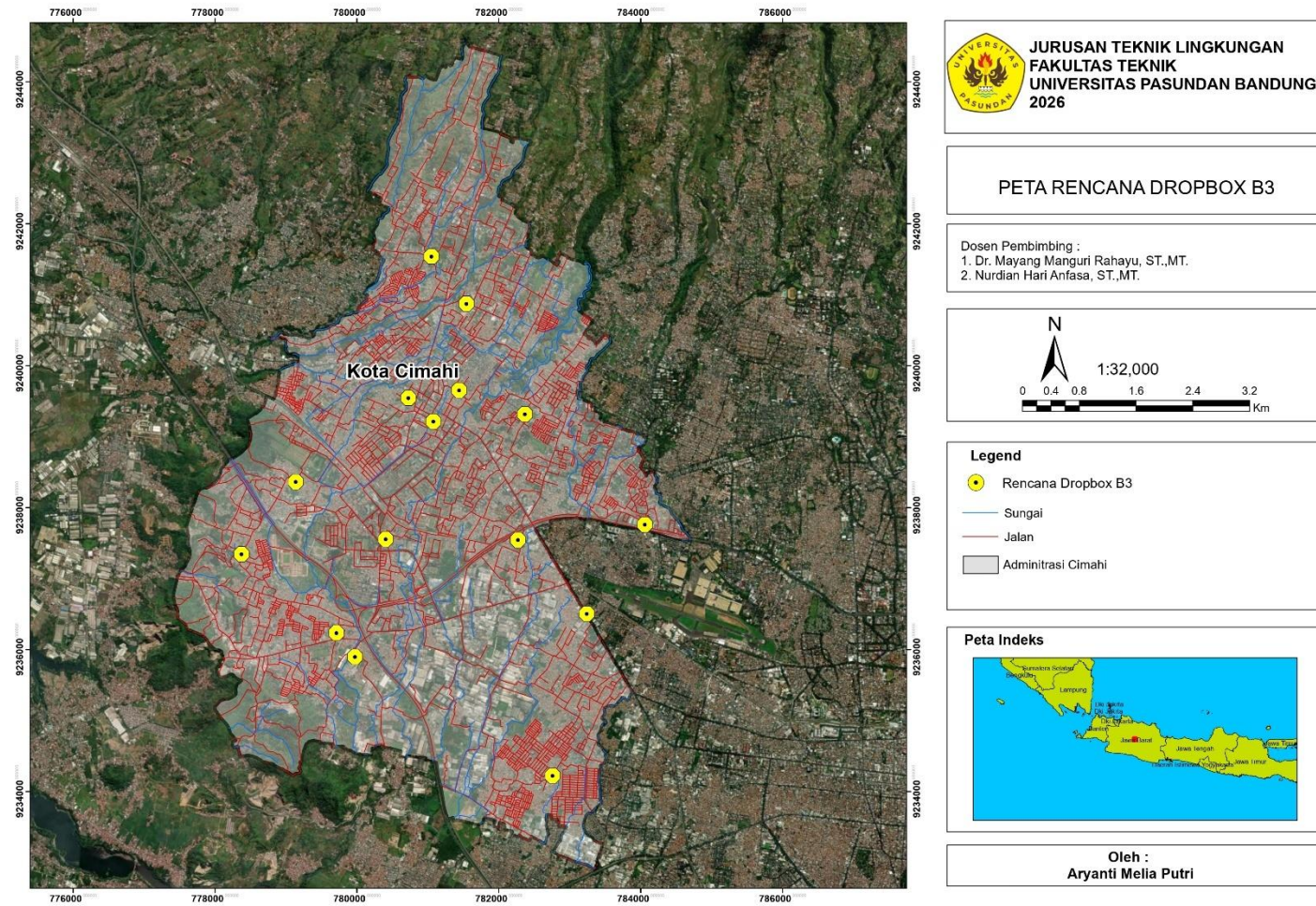
Mekanisme pengumpulan sampah B3 rumah tangga merupakan salah satu komponen penting dalam sistem pengelolaan SB3RT karena berfungsi sebagai penghubung antara sumber timbulan dengan fasilitas penyimpanan sementara. Mekanisme yang direncanakan pada perencanaan ini yaitu untuk memastikan bahwa SB3RT tidak bercampur dengan sampah domestik selama proses pengumpulan sehingga risiko pencemaran lingkungan dan paparan terhadap Masyarakat dapat diminimalisir.

Berdasarkan hasil evaluasi sistem pengelolaan sampah eksisting di Kota Cimahi, belum terdapat mekanisme khusus yang mengatur proses pengumpulan SB3RT secara terpisah. Masyarakat masih membuang SB3RT bercampur dengan sampah rumah tangga ataupun memanfaatkan fasilitas dropbox yang masih terbatas pada jenis sampah tertentu. Oleh karena itu, diperlukan mekanisme pengumpulan SB3RT disusun untuk

menghubungkan sumber timbulan dengan fasilitas penyimpanan sementara. Dalam perencanaan ini direncanakan bahwa fasilitas dropbox tersedia pada 15 kantor kelurahan sebagai titik pengumpulan awal. Adapun **Tabel 4.6** sebagai berikut.

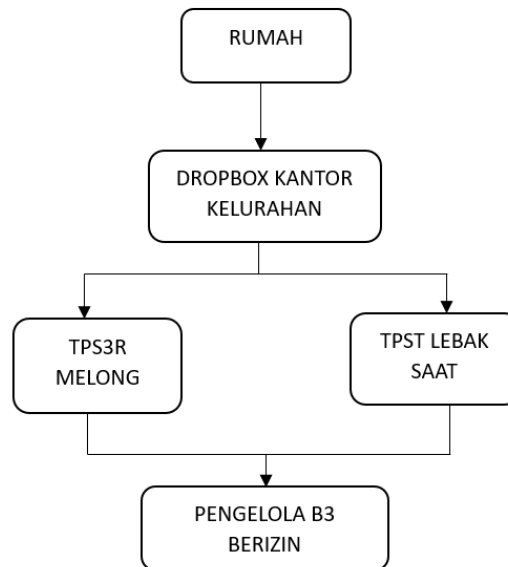
Tabel 4.6 Perencanaan Lokasi Dropbox SB3RT Kota Cimahi

No	Kecamatan	Kelurahan	Lokasi Dropbox
1	Cimahi Selatan	Melong	Kantor Kelurahan Melong
		Cibeureum	Kantor Kelurahan Cibeureum
		Utama	Kantor Kelurahan Utama
		Leuwigajah	Kantor Kelurahan Leuwigajah
		Cibeber	Kantor Kelurahan Cibeber
2	Cimahi Tengah	Baros	Kantor Kelurahan Baros
		Cigugur Tengah	Kantor Kelurahan Cigugur Tengah
		Karangmekar	Kantor Kelurahan Karangmekar
		Setiamanah	Kantor Kelurahan Setiamanah
		Padasuka	Kantor Kelurahan Padasuka
		Cimahi	Kantor Kelurahan Cimahi
3	Cimahi Utara	Pasirkaliki	Kantor Kelurahan Pasirkaliki
		Cibabat	Kantor Kelurahan Cibabat
		Citeureup	Kantor Kelurahan Citeureup
		Cipageran	Kantor Kelurahan Cipageran



Gambar 4.3 Peta Lokasi Dropbox

Selanjutnya SB3RT diangkut menuju fasilitas penyimpanan sementara di TPS3R Melong maupun TPST Lebak Saat sesuai dengan wilayah pelayanannya. Dapat dilihat pada **Gambar 4.4** berikut.



Gambar 4.4 Alur Mekanisme Pengumpulan SB3RT

4.3.2 Penentuan Wilayah Pelayanan

Penentuan wilayah pelayanan dilakukan untuk mengarahkan SB3RT yang terkumpul pada masing-masing titik dropbox menuju tempat penyimpanan sementara yang direncanakan. Dalam perencanaan ini, wilayah pelayanan ditentukan berdasarkan kedekatan akses antara titik dropbox dengan TPS3R Melong dan TPST Lebak Saat.

Penentuan ini dilakukan dengan membandingkan jarak perjalanan melalui jaringan jalan dari masing-masing titik dropbox menuju kedua lokasi penyimpanan. Titik dropbox selanjutnya diarahkan menuju lokasi penyimpanan yang memiliki jarak perjalanan lebih pendek. Hal ini digunakan untuk mengurangi jarak pengumpulan serta mendukung efisiensi pengangkutan SB3RT dari titik dropbox menuju tempat penyimpanan sementara.

Tabel 4.7 Analisis Jarak Titik Dropbox dengan Lokasi Penyimpanan Sementara SB3RT

Dropbox	Jarak		Terpilih
	TPS3R Melong	TPST Lebak Saat	
Melong	1,3 km	12,3 km	TPS3R Melong
Cibeureum	4,3 km	8,9 km	TPS3R Melong
Utama	5,8 km	8,9 km	TPS3R Melong
Leuwigajah	7,0 km	9,1 km	TPS3R Melong
Cibeber	9,2 km	10,0 km	TPS3R Melong
Baros	7,2 km	7,4 km	TPS3R Melong
Cigugur Tengah	5,5 km	7,8 km	TPS3R Melong
Karangmekar	7,4 km	5,0 km	TPST Lebak Saat
Setiamanah	7,7 km	5,0 km	TPST Lebak Saat
Padasuka	9,3 km	5,7 km	TPST Lebak Saat
Cimahi	7,8 km	4,6 km	TPST Lebak Saat
Pasirkaliki	6,0 km	10,1 km	TPS3R Melong
Cibabat	6,7 km	5,9 km	TPST Lebak Saat
Citeureup	9,1 km	3,4 km	TPST Lebak Saat
Cipageran	9,6 km	2,3 km	TPST Lebak Saat

Sumber : Hasil Analisis

4.3.3 Analisis Kebutuhan Ruang

Kebutuhan ruang pada fasilitas penyimpanan sementara disusun berdasarkan fungsi operasional penyimpanan limbah B3 dan karakteristik bahaya masing-masing jenis sampah. Bangunan tempat penyimpanan sementara SB3RT dalam perencanaan ini menggunakan luas rencana sebesar 50 m² dengan dimensi 10 m x 5 m. Dimensi tersebut digunakan sebagai batas ruang perencanaan yang selanjutnya menjadi dasar dalam penyusunan tata ruang dan perhitungan dimensi masing-masing area. Metode ini dipilih untuk mengoptimalkan pemanfaatan ruang, memudahkan proses pengawasan dan inspeksi, serta memenuhi prinsip pemisahan limbah sesuai karakteristiknya. Selain zona penyimpanan, bangunan juga

dilengkapi dengan jalur inspeksi dan sirkulasi serta area sarana keselamatan yang mendukung kegiatan operasional dan keadaan darurat.

Berdasarkan fungsi operasional penyimpanan sementara SB3RT, diperoleh beberapa kebutuhan ruang yang harus tersedia agar kegiatan penerimaan, penyimpanan, pemeriksaan, dan pengangkutan limbah dapat berlangsung secara aman dan efektif. Kebutuhan ruang tersebut dapat dilihat pada **Tabel 4.8**.

Tabel 4.8 Kebutuhan Ruang Penyimpanan Sementara SB3RT

No	Kebutuhan Ruang	Fungsi
1	Area penerimaan dan pencatatan	Tempat penerimaan SB3RT dari Masyarakat atau petugas serta pencatatan jenis dan jumlah limbah
2	Zona A (<i>Ignitable</i>)	Penyimpanan sementara limbah yang memiliki karakteristik mudah terbakar
3	Zona B (<i>Corrosive</i>)	Penyimpanan sementara limbah yang bersifat korosif
4	Zone C (<i>Reactive</i>)	Penyimpanan sementara limbah yang bersifat reaktif
5	Zone D (<i>Toxic</i>)	Penyimpanan sementara limbah yang bersifat beracun
6	Jalur inspeksi dan sirkulasi	Memudahkan pemeriksaan kondisi limbah, perpindahan kontainer, dan akses petugas selama kegiatan operasional
7	Sarana Keselamatan dan tanggap darurat	Penempatan APAR, <i>Spill Kit</i> , P3K, APD, dan perlengkapan keselamatan pada titik yang mudah dijangkau dan disesuaikan dengan potensi bahaya

Sumber : Hasil Analisis

Berdasarkan tabel diatas, kebutuhan ruang pada fasilitas penyimpanan sementara SB3RT terdiri dari area penerimaan dan pencatatan, empat zona penyimpanan berdasarkan karakteristik bahaya limbah, jalur inspeksi dan sirkulasi, serta area sarana keselamatan. pembagian ruang tersebut bertujuan

untuk mendukung proses penyimpanan yang aman, memudahkan identifikasi jenis limbah, serta mengurangi potensi terjadinya reaksi antar limbah yang memiliki karakteristik berbeda.

4.3.4 Analisis Tata Letak Fasilitas

Tata letak fasilitas penyimpanan sementara SB3RT disusun dengan berdasarkan alur operasional pengelolaan sampah B3 rumah tangga dimulai dari proses penerimaan, penyimpanan sementara, hingga pengangkutan menuju pengelola limbah B3 berizin. Selain untuk mendukung berjalannya operasional, penyusunan tata letak juga mempertimbangkan aspek keselamatan kerja, kemudahan pengawasan, efisiensi pergerakan petugas, serta pemisahan limbah berdasarkan karakteristik bahayanya.

Mengacu pada hasil analisis kebutuhan ruang, setiap area pada bangunan ditempatkan sesuai dengan fungsi operasionalnya sehingga membentuk alur kerja yang sistematis. Penyusunan tata letak dilakukan dengan prinsip meminimalkan perpindahan limbah, mengurangi potensi pencampuran limbah yang berbeda karakteristik, serta memberikan akses yang mudah bagi petugas selama proses inspeksi dan pengangkutan. Berdasarkan pertimbangan tersebut, penempatan masing-masing area pada bangunan penyimpanan sementara SB3RT direncanakan sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel 4.9**.

Tabel 4.9 Dasar Penempatan Tata Letak Fasilitas

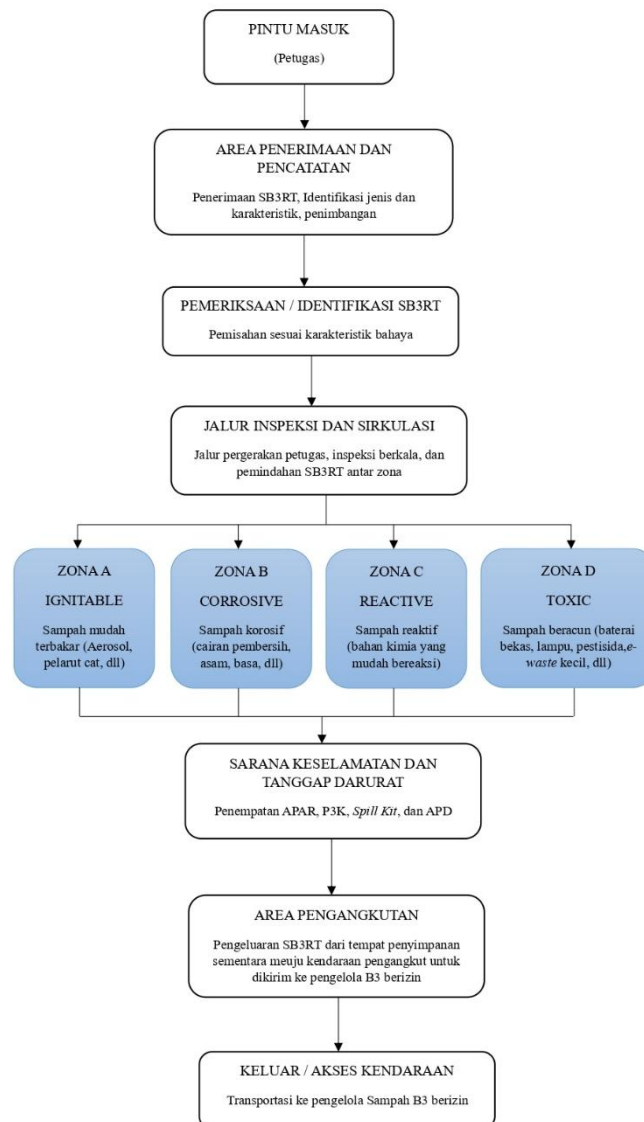
Area	Pertimbangan Penempatan
Area penerimaan dan pencatatan	Ditempatkan di dekat pintu masuk guna memudahkan Masyarakat maupun petugas menyerahkan SB3RT serta memudahkan proses pencatatan sebelum limbah disimpan
Zona A (<i>Ignitable</i>)	Dipisahkan dari zona lain untuk mengurangi risiko kebakaran akibat kontak dengan limbah yang berbeda karakteristiknya
Zona B (<i>Corrosive</i>)	Ditempatkan terpisah untuk mencegah kerusakan wadah akibat limbah yang sifat korosif

Area	Pertimbangan Penempatan
Zona C (<i>Reactive</i>)	Dipisahkan untuk mengurangi potensi reaksi kimia yang membahayakan
Zona D (<i>Toxic</i>)	Ditempatkan pada area yang mudah diawasi karena diperkirakan menjadi zona dengan volume penyimpanan terbesar
Jalur inspeksi dan sirkulasi	Diletakkan di bagian Tengah agar seluruh zona dapat diakses dengan mudah saat pemeriksaan maupun pemindahan limbah
Sarana keselamatan dan tanggap darurat	Ditempatkan pada beberapa titik strategis sesuai dengan potensi bahaya dan mudah dijangkau petugas

Sumber : Hasil Analisis

Berdasarkan hasil analisis tersebut, tata letak fasilitas penyimpanan sementara SB3RT ini diharapkan mampu mendukung kegiatan operasional secara efektif, menjaga keselamatan petugas, serta memenuhi prinsip pemisahan limbah berdasarkan karakteristik bahayanya.

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan ruang, prinsip penyusunan tata letak, dan pertimbangan penempatan setiap area, disusun konsep tata letak fasilitas penyimpanan sementara SB3RT. Diagram konsep tata letak ini menggambarkan hubungan antar area secara fungsional sebagai dasar penyusunan denah perencanaan. Dapat dilihat pada **Gambar 4.5** berikut.



Gambar 4.5 Diagram Alur Operasional Fasilitas Penyimpanan Sementara SB3RT

Diagram konsep tata letak menunjukkan bahwa alur operasional dimulai dari area penerimaan dan pencatatan, kemudian SB3RT diperiksa dan diidentifikasi berdasarkan karakteristiknya sebelum ditempatkan pada zona penyimpanan. Dilanjutkan menuju jalur inspeksi dan sirkulasi, kemudian SB3RT ditempatkan pada zona penyimpanan sesuai karakteristik bahayanya. Area sarana keselamatan ditempatkan di beberapa titik pada posisi yang mudah dijangkau oleh petugas, sedangkan area pengangkutan

dirancang berdekatan dengan akses kendaraan untuk memudahkan proses pengangkutan menuju pengelola limbah B3 berizin.

BAB V

PERENCANAAN TEKNIS

5.1 Konsep Perencanaan Tempat Penyimpanan Sementara Sampah Bahan Berbahaya dan Beracun Rumah Tangga (SB3RT)

Tempat penyimpanan sementara SB3RT direncanakan pada TPS3R Melong dan TPST Lebak Saat sebagai lokasi penerimaan SB3RT yang telah dikumpulkan melalui titik dropbox sesuai dengan wilayah pelayanan masing-masing.

Konsep tata ruang disusun dengan mempertimbangkan tahapan kegiatan yang berlangsung di dalam tempat penyimpanan, meliputi penerimaan dan pencatatan, pemeriksaan dan identifikasi, serta pengeluaran SB3RT. Penataan ruang juga mempertimbangkan kebutuhan akses petugas dan penempatan sarana keselamatan.

Bangunan tempat penyimpanan sementara SB3RT direncanakan dengan dimensi 10 x 5 m atau luas 50 m². Ruang di dalam bangunan selanjutnya dibagi menjadi area penerimaan dan pencatatan, zona penyimpanan SB3RT, serta jalur inspeksi dan sirkulasi. Sarana keselamatan tidak ditempatkan pada satu ruangan khusus, tetapi ditempatkan pada beberapa titik sesuai kebutuhan dan potensi bahaya. Adapun **Tabel 5.1** sebagai berikut.

Tabel 5.1 Komponen Ruang Tempat Penyimpanan Sementara SB3RT

No	Komponen	Fungsi Perencanaan
1	Area Penerimaan dan Pencatatan	Area penerimaan, pemeriksaan, penimbangan, identifikasi, dan pencatatan SB3RT
2	Zona A	Penyimpanan SB3RT dengan karakteristik mudah menyala
3	Zona B	Penyimpanan SB3RT dengan karakteristik korosif

No	Komponen	Fungsi Perencanaan
4	Zona C	Penyimpanan SB3RT dengan karakteristik reaktif
5	Zona D	Penyimpanan SB3RT dengan karakteristik beracun
6	Jalur Inspeksi dan Sirkulasi	Pergerakan petugas, inspeksi, dan pemindahan SB3RT
7	Sarana Keselamatan dan Tanggap Darurat	Mendukung keselamatan kegiatan penyimpanan dan penanganan kondisi darurat

Sumber : Hasil Analisis

5.2 Perencanaan Dimensi dan Tata Ruang

Tata ruang tempat penyimpanan sementara SB3RT direncanakan dengan mempertimbangkan alur kegiatan mulai dari penerimaan hingga penyimpanan. Pembagian ruang juga dilakukan untuk memberikan pemisahan antar kegiatan administrasi, pergerakan petugas, dan penyimpanan sementara SB3RT. dimensi 10 x 5 m merupakan dimensi luar bangunan, sehingga dimensi efektif ruang di dalam bangunan memperhitungkan ketebalan dinding luar dan sekat antar-zona. Dalam perencanaan tata ruang, dinding luar direncanakan memiliki ketebalan 0,15 m. ketebalan diperhitungkan dalam pembentukan dimensi bersih masing-masing ruang dalam bangunan. Adapun perhitungan dimensi efektif ruang sebagai berikut.

- Lebar bersih:

$$= 10 \text{ m} - (2 \times 0,15 \text{ m})$$

$$= 9,70 \text{ m}$$
- Kedalaman bersih:

$$= 5 \text{ m} - (2 \times 0,15 \text{ m})$$

$$= 4,70 \text{ m}$$

5.2.1 Zona Penyimpanan SB3RT

Area penyimpanan direncanakan menjadi empat zona untuk memberikan pemisahan terhadap SB3RT berdasarkan karakteristik yang ditetapkan dalam perencanaan. Zona penyimpanan terdiri dari Zona A, Zona B, Zona

C, dan Zona D. pemisahan antar-zona dengan menggunakan sekat fisik untuk mengurangi kemungkinan tercampurnya sampah dengan karakteristik yang berbeda serta memudahkan kegiatan penataan, identifikasi, dan inspeksi.

Bangunan memiliki dimensi luar 10 x 5 m. Dalam menentukan dimensi bersih zona penyimpanan, diperhitungkan ketebalan dinding luar sebesar 0,15 m dan sekat antar-zona sebesar 0,12 m. adapun perhitungan bersih sebagai berikut.

- Lebar:

Lebar bersih bangunan

$$= 10 \text{ m} - (2 \times 0,15 \text{ m})$$

$$= 9,70 \text{ m}$$

Lebar efektif untuk zona penyimpanan

$$= 9,70 \text{ m} - (3 \times 0,12 \text{ m})$$

$$= 9,34 \text{ m}$$

Lebar bersih setiap zona

$$= \frac{9,34}{4}$$

$$= \mathbf{2,335 \text{ m}}$$

- Kedalaman:

Kedalaman bersih bangunan

$$= 5 \text{ m} - (2 \times 0,15 \text{ m})$$

$$= 4,70 \text{ m}$$

Ruang bersih 4,7 m dibagi menjadi:

- Area depan = 1,30 m

- Jalur inspeksi = 1,20 m

- Sisa = zona penyimpanan

Kedalaman zona penyimpanan

$$= 4,70 \text{ m} - 1,30 \text{ m} - 1,20 \text{ m}$$

$$= \mathbf{2,20 \text{ m}}$$

Tabel 5.2 Dimensi Zona Penyimpanan Sementara SB3RT

Zona	Karakteristik	lebar	kedalaman	luas
A	<i>Ignitable</i> (Mudah Terbakar)	2,335 m	2,20 m	5,14 m ²
B	<i>Corrosive</i> (Korosif)	2,335 m	2,20 m	5,14 m ²
C	<i>Reactive</i> (Reaktif)	2,335 m	2,20 m	5,14 m ²
D	<i>Toxic</i> (Beracun)	2,335 m	2,20 m	5,14 m ²
Total Zona Penyimpanan				±20,55 m ²

Catatan : Dimensi merupakan ukuran bersih setelah memperhitungkan dinding luar dan sekat antar-zona.

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, masing-masing zona penyimpanan memiliki dimensi bersih sekitar 2,335 m x 2,20 m dengan luas sekitar 5,14 m².

5.2.2 Jalur Inspeksi dan Sirkulasi

Jalur inspeksi dan sirkulasi ditempatkan di depan zona penyimpanan sehingga setiap zona dapat diakses secara langsung tanpa harus melalui zona penyimpanan lainnya. Keberadaan jalur inspeksi juga dimaksudkan untuk mendukung kegiatan pemeriksaan kondisi wadah, penempatan dan pengambilan SB3RT, serta pemindahan sampah dari area penerimaan menuju zona penyimpanan.

Jalur inspeksi dan sirkulasi direncanakan memiliki lebar sebesar **1,20 m** dan memanjang sepanjang bagian dalam bangunan.

Luas jalur inspeksi dan sirkulasi:

$$= 9,70 \times 1,20$$

$$= 11,64 \text{ m}^2$$

5.2.3 Area Penerimaan dan Pencatatan

Area penerimaan dan pencatatan direncanakan sebagai area tahap awal dalam kegiatan operasional tempat penyimpanan sementara SB3RT. Area ini ditempatkan pada bagian depan bangunan dan berdekatan dengan pintu utama untuk mempermudah kegiatan penerimaan SB3RT sebelum dilakukan penempatan pada zona penyimpanan.

Kegiatan pada area ini meliputi penerimaan, pemeriksaan awal, penimbangan, identifikasi, dan pencatatan SB3RT yang masuk.

Area depan ini direncanakan memiliki dimensi sekitar 3,50 m x 1,30 m atau luas sekitar 4,55 m².

Tabel 5.3 Rekapitulasi Dimensi Tata Ruang

No	Area	Dimensi Rencana	Luas
1	Zona A	2,335 x 2,20 m	5,137 m ²
2	Zona B	2,335 x 2,20 m	5,137 m ²
3	Zona C	2,335 x 2,20 m	5,137 m ²
4	Zona D	2,335 x 2,20 m	5,137 m ²
5	Jalur Inspeksi dan Sirkulasi	9,70 x 1,20 m	11,64 m ²
6	Penerimaan dan Pendataan	3,50 x 1,30 m	4,55 m ²
7	Akses Operasional	± 6,20 x 1,30 m	± 8,6 m ²

Sumber : Hasil Perhitungan

5.3 Perencanaan Akses dan Bukaannya

5.3.1 Pintu utama

Pintu utama direncanakan sebagai akses keluar dan masuk petugas serta kegiatan penerimaan dan perpindahan SB3RT. Pintu utama direncanakan dengan **1,2 m** dan arah bukaan **keluar** bangunan agar tidak mengurangi ruang operasional didalam tempat penyimpanan serta memudahkan akses keluar dari bangunan pada kondisi darurat.

5.3.2 Pintu Zona Penyimpanan

Setiap zona penyimpanan direncanakan memiliki akses tersendiri yang menghadap langsung kepada jalur inspeksi dan sirkulasi. Akses ini digunakan sebagai kegiatan penempatan, pengambilan, dan pemeriksaan SB3RT tanpa melalui zona penyimpanan lainnya. Pintu pada masing-masing zona direncanakan memiliki lebar **0,9 m**. lebar tersebut digunakan sebagai dimensi rencana dengan mempertimbangkan kebutuhan akses petugas dan pemindahan wadah ke dalam maupun keluar zona penyimpanan serta posisi pintu direncanakan agar tidak mengganggu penempatan rak dan wadah di dalam zona.

Tabel 5.4 Rencana Akses Tempat Penyimpanan Sementara SB3RT

Jenis Akses	Jumlah	Lebar Rencana	Fungsi	Rencana Buka
Pintu Utama	1 unit	1,2 m	Akses keluar-masuk petugas dan pemindahan SB3RT	Membuka ke luar
Pintu Zona A	1 unit	0,9 m	Akses Zona A	Membuka dengan sistem geser
Pintu Zona B	1 unit	0,9 m	Akses Zona B	
Pintu Zona C	1 unit	0,9 m	Akses Zona C	
Pintu Zona D	1 unit	0,9 m	Akses Zona D	

Sumber : Hasil Perhitungan

5.4 Perencanaan Kapasitas dan Sarana Penyimpanan SB3RT

Perencanaan kapasitas penyimpanan dilakukan untuk menentukan jumlah SB3RT yang perlu ditampung pada masing-masing tempat penyimpanan sementara. Kebutuhan kapasitas ditentukan berdasarkan proyeksi timbulan SB3RT pada tahun perencanaan, wilayah pelayanan masing-masing lokasi, serta periode penyimpanan sebelum dilakukan pengangkutan menuju fasilitas pengelolaan lebih lanjut.

Hasil perhitungan kapasitas selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam menentukan kebutuhan wadah dan sarana penyimpanan pada TPS3R Melong dan TPST Lebak Saat. Dengan demikian, penentuan jumlah wadah tidak hanya didasarkan pada luas ruang penyimpanan, tetapi juga mempertimbangkan jumlah SB3RT yang diperkirakan masuk ke masing-masing lokasi.

5.4.1 Proyeksi Timbulan SB3RT

Diketahui:

- Jumlah Penduduk 2024 = 598.698 jiwa
- Jumlah Penduduk 2025 = 606.375 jiwa
- Timbulan Sampah 2025 = 540.000 m³/tahun
- Tahun Rencana = 2030

A. Menghitung laju pertumbuhan penduduk

$$r = \frac{P_{2025} - P_{2024}}{P_{2024}} \times 100\%$$

$$r = \frac{606.375 - 598.698}{598.698} \times 100\%$$

$$r = 1,282\% = 1,28\% / \text{tahun}$$

Proyeksi jumlah penduduk digunakan sebagai dasar untuk memperkirakan peningkatan timbulan sampah dan SB3RT selama periode perencanaan. Laju pertumbuhan penduduk dihitung menggunakan jumlah penduduk tahun 2024 dan 2025. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh laju pertumbuhan penduduk sekitar **1,28%** per tahun. Laju pertumbuhan tersebut selanjutnya digunakan dalam proyeksi penduduk hingga tahun 2030.

B. Proyeksi penduduk

Metode Geometrik:

$$P_n = P_0(1 + r)^n$$

- $P_{2026} = 606.375 (1 + 0,0128228)^1$
= 614.150 Jiwa
- $P_{2027} = 614.150 (1 + 0,0128228)^1$
= 622.026 Jiwa
- $P_{2028} = 622.026 (1 + 0,0128228)^1$
= 630.002 Jiwa
- $P_{2029} = 630.002 (1 + 0,0128228)^1$
= 638.080 Jiwa
- $P_{2030} = 638.080 (1 + 0,0128228)^1$
= 646.262 Jiwa

C. Menghitung timbulan sampah per kapita

Timbulan sampah 2025 = 540.000 m³/tahun

$$q = \frac{540.000}{606.375}$$

$$q = 0,8905 \text{ m}^3/\text{jiwa}/\text{tahun}$$

$$q = 0,00244 \text{ m}^3/\text{jiwa}/\text{hari}$$

Timbulan sampah per kapita dihitung berdasarkan timbulan sampah Kota Cimahi tahun 2025 dan jumlah penduduk pada tahun yang sama. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh timbulan sampah sekitar 0,8905 m³/jiwa/tahun. Nilai tersebut digunakan sebagai dasar untuk memperkirakan timbulan sampah pada tahun proyeksi.

D. Proyeksi timbulan sampah

$$Q_n = P_n \times q$$

- $Q_{2026} = 614.150 \times 0,8905$
 $= 546.901 \text{ m}^3/\text{tahun}$
- $Q_{2027} = 622.026 \times 0,8905$
 $= 553.914 \text{ m}^3/\text{tahun}$
- $Q_{2028} = 630.002 \times 0,8905$
 $= 561.017 \text{ m}^3/\text{tahun}$
- $Q_{2029} = 638.080 \times 0,8905$
 $= 568.210 \text{ m}^3/\text{tahun}$
- $Q_{2030} = 646.262 \times 0,8905$
 $= 575.496 \text{ m}^3/\text{tahun}$

E. Proyeksi SB3RT

Diketahui: timbulan SB3RT 2025 = 0,34%

$$Q_{SB3RT} = Q_{sampah} \times 0,34\%$$

- $Q_{SB3RT\ 2025} = 540.000 \times 0,0034$
 $= 1.836 \text{ m}^3/\text{tahun}$
 $= \frac{1.836}{365} = 5,03 \text{ m}^3/\text{hari}$
- $Q_{SB3RT\ 2026} = 546.901 \times 0,0034$
 $= 1.859,46 \text{ m}^3/\text{tahun}$
 $= \frac{1.859,46}{365} = 5,09 \text{ m}^3/\text{hari}$
- $Q_{SB3RT\ 2027} = 553.914 \times 0,0034$
 $= 1.883,31 \text{ m}^3/\text{tahun}$
 $= \frac{1.883,31}{365} = 5,16 \text{ m}^3/\text{hari}$
- $Q_{SB3RT\ 2028} = 561.017 \times 0,0034$
 $= 1.907,46 \text{ m}^3/\text{tahun}$

$$= \frac{1.907,46}{365} = 5,23 \text{ m}^3/\text{hari}$$

- Q_{SB3RT 2029} = 568.210 x 0,0034

$$= 1.931,91 \text{ m}^3/\text{tahun}$$

$$= \frac{1.931,91}{365} = 5,29 \text{ m}^3/\text{hari}$$

- Q_{SB3RT 2030} = 575.496 x 0,0034

$$= 1.956,67 \text{ m}^3/\text{tahun}$$

$$= \frac{1.956,67}{365} = 5,36 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Tabel 5.5 Rekapitulasi Hasil Proyeksi SB3RT

Tahun	Penduduk (jiwa)	Timbulan sampah (m ³ /tahun)	SB3RT (m ³ /tahun)	SB3RT (m ³ /hari)
2025	606.375	540.000	1.836	5,03
2026	614.150	546.901	1.859,46	5,09
2027	622.026	553.914	1.883,31	5,16
2028	630.002	561.017	1.907,46	5,23
2029	638.080	568.210	1.931,91	5,29
2030	646.262	575.496	1.956,67	5,36

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil proyeksi, timbulan SB3RT Kota Cimahi meningkat dari sekitar 1.836 m³/tahun pada tahun 2025 menjadi sekitar 1.956,67 m³/tahun pada tahun 2030. Dengan demikian, timbulan SB3RT pada akhir periode perencanaan diperkirakan sekitar 5,36 m³/hari. Timbulan pada tahun 2030 selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam menentukan kapasitas rencana tempat penyimpanan sementara.

5.4.2 Timbulan Berdasarkan Wilayah Pelayanan

Tabel 5.6 Jumlah Penduduk Berdasarkan Wilayah Pelayanan

Lokasi Penyimpanan	Wilayah Pelayanan	Penduduk 2025
TPS3R Melong	Kelurahan Melong, Cibeureum, Utama, Leuwigajah, Cibeber, Baros, Cigugur Tengah, Pasirkaliki	312.038 Jiwa
TPST Lebak Saat	Karangmekar, Setiamanah, Padasuka, Cimahi, Cibabat, Citeureup, dan Cipageran	294.337 Jiwa
Total Kota Cimahi		606.375 jiwa

Sumber : Hasil Analisis

A. Proporsi Wilayah Pelayanan

TPS3R Melong:

$$\begin{aligned}
 &= \frac{312.038}{606.375} \times 100\% \\
 &= 51,46\%
 \end{aligned}$$

TPST Lebak Saat:

$$\begin{aligned}
 &= \frac{294.337}{606.375} \times 100\% \\
 &= 48,54\%
 \end{aligned}$$

B. Proyeksi Penduduk Wilayah Pelayanan Sampai 2030

$$P_n = P_0(1 + r)^n$$

Tabel 5.7 Hasil Proyeksi Penduduk Wilayah Pelayanan

Tahun	Kota Cimahi	TPS3R Melong	TPST Lebak Saat
2025	606.375	312.038	294.337
2026	614.150	316.039	298.112
2027	622.026	320.091	301.934
2028	630.002	324.196	305.806

Tahun	Kota Cimahi	TPS3R Melong	TPST Lebak Saat
2029	638.080	328.353	309.727
2030	646.262	332.563	313.699

Sumber : Hasil Perhitungan

C. Timbulan SB3RT Per Lokasi Tahun 2030

Diketahui:

$$q = 0,8905 \text{ m}^3/\text{jiwa}/\text{tahun}$$

$$\text{SB3RT} = 0,34\%$$

- TPS3R Melong

Timbulan Sampah:

$$\begin{aligned} Q_{\text{Melong}} &= 332.563 \times 0,8905 \\ &= 296.160 \text{ m}^3/\text{tahun} \end{aligned}$$

SB3RT:

$$\begin{aligned} Q_{\text{SB3RT Melong}} &= 296.160 \times 0,0034 \\ &= 1.006,95 \text{ m}^3/\text{tahun} \end{aligned}$$

Per hari:

$$= \frac{1.006,95}{365} = 2,76 \text{ m}^3/\text{hari}$$

- TPST Lebak Saat

Timbulan Sampah:

$$\begin{aligned} Q_{\text{Lebak Saat}} &= 313.699 \times 0,8905 \\ &= 279.361 \text{ m}^3/\text{tahun} \end{aligned}$$

SB3RT:

$$\begin{aligned} Q_{\text{SB3RT Lebak Saat}} &= 279.361 \times 0,0034 \\ &= 949,83 \text{ m}^3/\text{tahun} \end{aligned}$$

Per hari:

$$= \frac{949,83}{365} = 2,60 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Tabel 5.8 Timbulan SB3RT Berdasarkan Wilayah Pelayanan

Lokasi	Penduduk 2030	Proporsi	SB3RT (m ³ /tahun)	SB3RT (m ³ /hari)
TPS3R Melong	332.563	51,46 %	1.006,95	2,76
TPST Lebak Saat	313.699	48,54 %	949,83	2,60
Total	646.262	100 %	1.956,77	5,36

Sumber : Hasil Perhitungan

Timbulan SB3RT pada masing-masing tempat penyimpanan sementara ditentukan berdasarkan wilayah pelayanan. TPS3R Melong direncanakan melayani wilayah Kecamatan Cimahi Selatan serta titik dropbox Kelurahan Baros dan Kelurahan Cigugur Tengah di Kecamatan Cimahi Tengah. Sementara itu, TPST Lebak Saat direncanakan melayani Kecamatan Cimahi Utara serta titik dropbox Kelurahan Karangmekar, Setiamanah, Padasuka, dan Cimahi.

Data jumlah penduduk yang tersedia berada pada tingkat kecamatan. Oleh karena itu, distribusi penduduk Kecamatan Cimahi Tengah dilakukan secara proporsional berdasarkan jumlah titik dropbox yang masuk ke masing-masing wilayah pelayanan. Dari eman titik dropbox di Kecamatan Cimahi Tengah, dua titik diarahkan menuju TPS3R Melong, sedangkan empat titik diarahkan menuju TPST Lebak Saat. Hal ini digunakan sebagai asumsi perencanaan karena data jumlah penduduk berdasarkan masing-masing wilayah pelayanan belum tersedia.

Berdasarkan pembagian tersebut, jumlah penduduk yang termasuk dalam wilayah pelayanan TPS3R Melong pada tahun 2025 diperkirakan sebesar 312.038 jiwa atau sekitar 51,46% dari total penduduk Kota Cimahi. sementara itu, wilayah pelayanan TPST Lebak Saat diperkirakan sebesar 294.337 jiwa atau sekitar 48,54%

Dengan menggunakan laju pertumbuhan penduduk sebesar 1,28% per tahun, jumlah penduduk wilayah playanan pada tahun 2030 diproyeksikan

mencapai sekitar 332.563 jiwa untuk TPS3R Melong dan 313.699 jiwa untuk TPST Lebak Saat.

5.4.3 Kebutuhan Kapasitas Penyimpanan

Kebutuhan kapasitas penyimpanan ditentukan berdasarkan timbulan SB3RT yang masuk ke masing-masing tempat penyimpanan sementara serta selang waktu pengangkutan menuju pengelolaan lebih lanjut. Berdasarkan hasil proyeksi pada tahun 2030, timbulan SB3RT pada TPS3R Melong diperkirakan sebesar 2,76 m³/hari, sedangkan pada TPST Lebak Saat sebesar 2,60 m³/hari.

Untuk menentukan interval pengangkutan yang sesuai, maka dilakukan perbandingan kebutuhan kapasitas dihitung berdasarkan akumulasi timbulan SB3RT selama periode antara dua kegiatan pengangkutan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$V_s = Q \times t$$

Keterangan:

V_s = kebutuhan volume penyimpanan (m³)

Q = timbulan SB3RT (m³/hari)

t = interval pengangkutan (hari)

Diketahui:

$Q_{\text{Melong}} = 2,76 \text{ m}^3/\text{hari}$

$Q_{\text{Lebak Saat}} = 2,60 \text{ m}^3/\text{hari}$

Tabel 5.9 Asumsi Interval Pengangkutan

Interval	TPS3R Melong	TPST Lebak Saat
1 hari	2,76 m ³	2,60 m ³
2 hari	5,52 m ³	5,20 m ³
3 hari	8,28 m ³	7,80 m ³
5 hari	13,80 m ³	13,00 m ³
7 hari	19,32 m ³	18,20 m ³

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil perhitungan, semakin Panjang interval pada pengangkutannya, maka semakin besar juga kapasitas penyimpanan yang diperlukan. Pemilihan interval pengangkutan ini selanjutnya dilakukan

dengan mempertimbangkan kapasitas wadah dan kemampuan zona penyimpanan dalam menampung wadah secara aman. Dengan semikian, interval pengangkutan tidak ditetapkan hanya berdasarkan waktu, tetapi juga mempertimbangkan kapasitas actual sarana penyimpanan.

5.4.4 Kebutuhan Wadah Penyimpanan

Wadah penyimpanan digunakan sebagai tempat penampungan SB3RT sebelum dilakukan pengangkutan menuju fasilitas pengelolaan lebih lanjut. Pemilihan wadah dilakukan dengan mempertimbangkan bentuk fisik, jenis, karakteristik bahaya, potensi kebocoran atau kerusakan, serta kesesuaian material wadah terhadap SB3RT yang disimpan.

Dalam perencanaan ini, SB3RT yang diterima terlebih dahulu diperiksa dan diidentifikasi sebelum ditempatkan pada zona penyimpanan. Zona penyimpanan dibedakan berdasarkan karakteristik bahaya, yaitu Zona A untuk karakteristik mudah terbakar, Zona B untuk karakteristik korosif, Zona C untuk karakteristik reaktif, dan Zona D untuk karakteristik beracun. Pembagian ini telah digunakan dalam perencanaan tata ruang, dengan masing-masing zona memiliki luas bersih sekitar 5,14 m².

Jenis wadah tidak ditentukan secara seragam untuk seluruh SB3RT karena setiap jenis sampah dapat memiliki bentuk fisik dan karakteristik yang berbeda. Pemilihan wadah dilakukan berdasarkan kesesuaian terhadap SB3RT yang ditampung serta kemampuan wadah dalam mengurangi kemungkinan tercecer, tumpah, bocor, atau mengalami kerusakan selama penyimpanan.

Tabel 5.10 Perencanaan Wadah Berdasarkan Kelompok SB3RT

Kelompok SB3RT	Bentuk Dominan	Pertimbangan	Rencana Wadah
Produk rumah tangga mengandung B3	Cair/padat	Potensi bocor/tumpah	Wadah tertutup dan kompatibel
Bekas kemasan produk mengandung B3	Padat dengan kemungkinan residu	Residu dan kerusakan kemasan	Bin/kontainer tertutup

Kelompok SB3RT	Bentuk Dominan	Pertimbangan	Rencana Wadah
Barang elektronik tidak digunakan lagi	Padat	Kerusakan dan pencampuran	Box/bin atau rak
SB3RT mudah pecah	padat	Risiko pecah	Box/wadah rigid
SB3RT berukuran kecil	Padat	Risiko tercecer	Box/bin tertutup

Sumber : Hasil Analisis

Berdasarkan karakteristik fisik SB3RT yang beragam, wadah penyimpanan direncanakan menggunakan kombinasi bin plastic dan drup plastic dengan kapasitas nominal 120 L. Kapasitas tersebut digunakan sebagai parameter desain dalam perencanaan dan bukan merupakan kapasitas minimum yang diwajibkan oleh regulasi.

Bin plastic digunakan terutama untuk SB3RT berbentuk padat yang tidak berpotensi mengalami kebocoran, sedangkan drup plastic digunakan untuk SB3RT yang memiliki potensi kebocoran, mengandung residu cair, atau memerlukan wadah tertutup. Pemilihan penggunaan masing-masing wadah tetap mempertimbangkan karakteristik dan kompatibilitas material wadah terhadap SB3RT yang disimpan. Kapasitas nominal masing-masing wadah sebesar 120 L dikonversi menjadi:

$$120 \text{ L} = 0,12 \text{ m}^3$$

Jumlah wadah yang diperlukan dihitung berdasarkan kebutuhan kapasitas penyimpanan dan kapasitas satu wadah.

Rumus:

$$N = \frac{V_s}{V_w}$$

Keterangan:

N = jumlah wadah

V_s = volume yang harus disimpan

V_w = kapasitas satu wadah

Diketahui:

Bin plastik 120 L = Terutama untuk SB3RT padat

Drum plastik 120 L = untuk jenis yang memerlukan wadah tertutup/berpotensi mengandung residu cair, dengan tetap memperhatikan kompatibilitas.

Ukuran 120 L merupakan kapasitas rencana.

TPS3R Melong

Untuk 1 hari:

$$N = \frac{2,76}{0,12} \\ = 23 \text{ wadah}$$

TPST Lebak Saat:

$$N = \frac{2,60}{0,12} = 21,67 \\ = 23 \text{ wadah}$$

Tabel 5.11 Kebutuhan Wadah berdasarkan Interval Pengangkutan

Interval	TPS3R Melong	Kebutuhan Wadah 120 L	TPST Lebak Saat	Kebutuhan Wadah 120 L
1 hari	2,76 m ³	23 unit	2,60 m ³	22 unit
2 hari	5,52 m ³	46 unit	5,20 m ³	44 unit
3 hari	8,28 m ³	69 unit	7,80 m ³	65 unit

Sumber : Hasil Perhitungan

Jumlah tersebut sama dengan kebutuhan wadah berkapasitas 120 L secara keseluruhan. Pembagian antara bin plastik dan drum plastik disesuaikan dengan jenis dan karakteristik SB3RT yang diterima.

5.4.5 Evaluasi Kapasitas Zona dan Penataan Rak

Penataan wadah dan rak dilakukan dengan mempertimbangkan dimensi efektif masing-masing zona penyimpanan. Setiap zona memiliki dimensi bersih sekitar 2,335 m x 2,20 m dengan luas sekitar 5,14 m². Ruang tersebut digunakan untuk penempatan wadah dan rak dengan tetap mempertahankan akses petugas untuk kegiatan penempatan, pengambilan, serta pemeriksaan kondisi wadah.

Kapasitas aktual zona tidak hanya ditentukan berdasarkan luas lantai, tetapi juga dipengaruhi oleh dimensi fisik wadah, konfigurasi penataan, jumlah tingkat rak, serta bebas yang diperlukan untuk kegiatan operasional. oleh karena itu, kebutuhan wadah yang diperoleh dari perhitungan volumetric perlu dibandingkan dengan kapasitas fisik zona penyimpanan.

Ukuran bersih satu zona:

$$2,335 \times 2,20 = 5,14 \text{ m}^2$$

Sehingga total zona:

$$4 \times 5,14 = 20,55 \text{ m}^2$$

Kapasitas Wadah per Tingkat:

$$N_t = \left[\frac{L_r}{L_w} \right]$$

Kapasitas Satu Rak:

$$N_{wr} = N_t \times n$$

Jumlah Rak:

$$N_r = \left[\frac{N_w}{N_{wr}} \right]$$

Keterangan:

L_r = panjang rak

L_w = lebar wadah

n = jumlah tingkat rak

N_w = kebutuhan wadah

N_{wr} = kapasitas wadah per rak

N_r = jumlah rak

A. Cek jumlah wadah per baris

Untuk perhitungan konservatif, dimensi terluar sekitar 0,50 m

$$\begin{aligned} N_{baris} &= \left[\frac{2,335}{0,50} \right] \\ &= 4 \text{ wadah/baris} \end{aligned}$$

B. Gunakan 2 baris

$$\begin{aligned} N_{zona} &= 4 \times 2 \\ &= 8 \text{ wadah/zona} \end{aligned}$$

C. Kapasitas satu zona

$$\begin{aligned} N_{zona} &= 8 \times 0,12 \\ &= 0,96 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

D. Kapasitas empat zona

$$\begin{aligned} N_{total} &= 8 \times 4 \\ &= 32 \text{ wadah} \end{aligned}$$

Volume:

$$\begin{aligned} V_{aktial} &= 32 \times 0,12 \\ &= 3,84 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Tabel 5.12 Nilai Output Kapasitas Zona dan Penataan Rak

Keterangan	Nilai
Dimensi bersih zona	2,335 x 2,20
Jumlah zona	4
Wadah per baris	4 unit
Jumlah baris	2
Kapasitas per zona	8 unit
Kapasitas 1 zona	0,96 m ³
Total kapasitas wadah	32 unit
Total kapasitas nominal	3,84 m ³

Sumber : Hasil Perhitungan

Dimensi direncanakan tidak melebihi dimensi bersih zona dan.ditempatkan sedemikian rupa sehingga tidak menutup akses pintu maupun menghambat kegiatan inspeksi. Sisa ruang di depan rak dipertahankan sebagai ruang kerja petugas selama penempatan dan pengambilan wadah.

5.4.6 Penentuan Interval Pengangkutan

Rumus:

$$t_{maks} = \frac{V_{aktual}}{Q}$$

TPS3R Melong:

$$t = \frac{3,84}{2,76}$$

$$= 1,39 \text{ hari}$$

TPST Lebak Saat:

$$t = \frac{3,84}{2,60}$$

$$= 1,48 \text{ hari}$$

Ditetapkan $t = 1$ hari

Tabel 5.13 Kebutuhan Wadah

Lokasi	Kebutuhan 1 Hari	Kapasitas Tersedia	Sisa Kapasitas
TP3R Melong	23 wadah	32 wadah	9 wadah
TPST Lebak Saat	22 wadah	32 wadah	10 wadah

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan kapasitas fisik tempat penyimpanan sebesar 32 wadah atau setara dengan kapasitas nominal 3,84 m³, kemampuan penyimpanan pada TPS3R Melong setara dengan sekitar 1,39 hari timbulan dan pada TPST Lebak Saat sekitar 1,48 hari timbulan. Untuk mencegah akumulasi SB3RT melebihi kapasitas sarana penyimpanan, interval pengangkutan dalam perencanaan ditetapkan setiap satu hari. Penetapan ini merupakan hasil evaluasi antara timbulan rencana dan kapasitas sarana penyimpanan, bukan interval yang secara khusus diwajibkan oleh regulasi.

5.5 Perencanaan Sarana Keselamatan dan Tanggap Darurat

Perencanaan sarana keselamatan dan tanggap darurat dilakukan untuk mendukung keselamatan petugas serta penanganan awal apabila terjadi kondisi darurat selama kegiatan penerimaan, pemindahan, dan penyimpanan SB3RT. Sarana keselamatan tidak ditempatkan pada satu ruang khusus, tetapi ditempatkan pada beberapa titik dengan mempertimbangkan jenis potensi bahaya, kemudahan akses, dan kondisi operasional tempat penyimpanan.

Penempatan sarana keselamatan direncanakan agar mudah terlihat dan dijangkau oleh petugas serta tidak menghalangi pintu utama, pintu zona, maupun jalur inspeksi dan sirkulasi.

5.5.1 Alat Pemadam Api Ringan (APAR)

APAR direncanakan sebagai sarana penanganan pertama apabila terjadi kebakaran. APAR ditempatkan pada titik yang mudah terlihat dan dijangkau serta tidak terhalang oleh rak maupun wadah penyimpanan.

5.5.2 *Spill Kit*

Peralatan penanganan tumpahan (*Spill Kit*) direncanakan untuk mendukung penanganan awal apabila terjadi kebocoran atau tumpahan dari wadah penyimpanan. Peralatan ditempatkan pada lokasi yang mudah dijangkau dari zona dengan potensi tumpahan, tetapi tidak ditempatkan sedemikian rupa sehingga petugas harus memasuki area sumber bahaya untuk mengambilnya.

5.5.3 Alat Pelindung Diri (APD) dan P3K

Alat pelindung diri (APD) disediakan untuk digunakan petugas sebelum melakukan kegiatan penanganan SB3RT. Oleh karena itu, lokasi penyimpanannya direncanakan berdekatan dengan area masuk atau area penerimaan sehingga dapat digunakan sebelum petugas memasuki area penyimpanan.

Peralatan P3K ditempatkan pada lokasi yang mudah dijangkau untuk mendukung pertolongan pertama apabila terjadi kecelakaan selama kegiatan operasional.

5.5.4 Rambu dan Identifikasi Keselamatan

Sarana keselamatan dan tanggap darurat direncanakan untuk mendukung perlindungan petugas serta penanganan awal terhadap kondisi darurat selama kegiatan penyimpanan SB3RT. Sarana keselamatan tidak ditempatkan pada satu ruang khusus, melainkan pada beberapa titik strategis berdasarkan jenis potensi bahaya dan kemudahan akses.

5.6 Perencanaan Ventilasi dan Pencahayaan

5.6.1 Ventilasi

Ventilasi direncanakan untuk mendukung pertukaran udara di dalam tempat penyimpanan sementara SB3RT. Sistem ventilasi perlu mempertimbangkan karakteristik sampah yang disimpan serta potensi terbentuknya uap atau bau selama penyimpanan.

Ventilasi ditempatkan pada dinding luar bangunan sehingga terjadi pertukaran udara antara ruang penyimpanan dan luar tempat penyimpanan. Posisi bukaan perlu memperhatikan arah sirkulasi udara serta perlindungan terhadap masuknya air hujan. Penempatan ventilasi juga tidak boleh terhalang oleh rak atau sarana penyimpanan lainnya.

5.6.2 Pencahayaan

Pencahayaan direncanakan untuk mendukung kegiatan penerimaan, pencatatan, identifikasi, pemindahan, serta inspeksi SB3RT. Pencahayaan ini diperoleh melalui pencahayaan alami dan pencahayaan buatan sesuai dengan kebutuhan kegiatan di dalam bangunan.

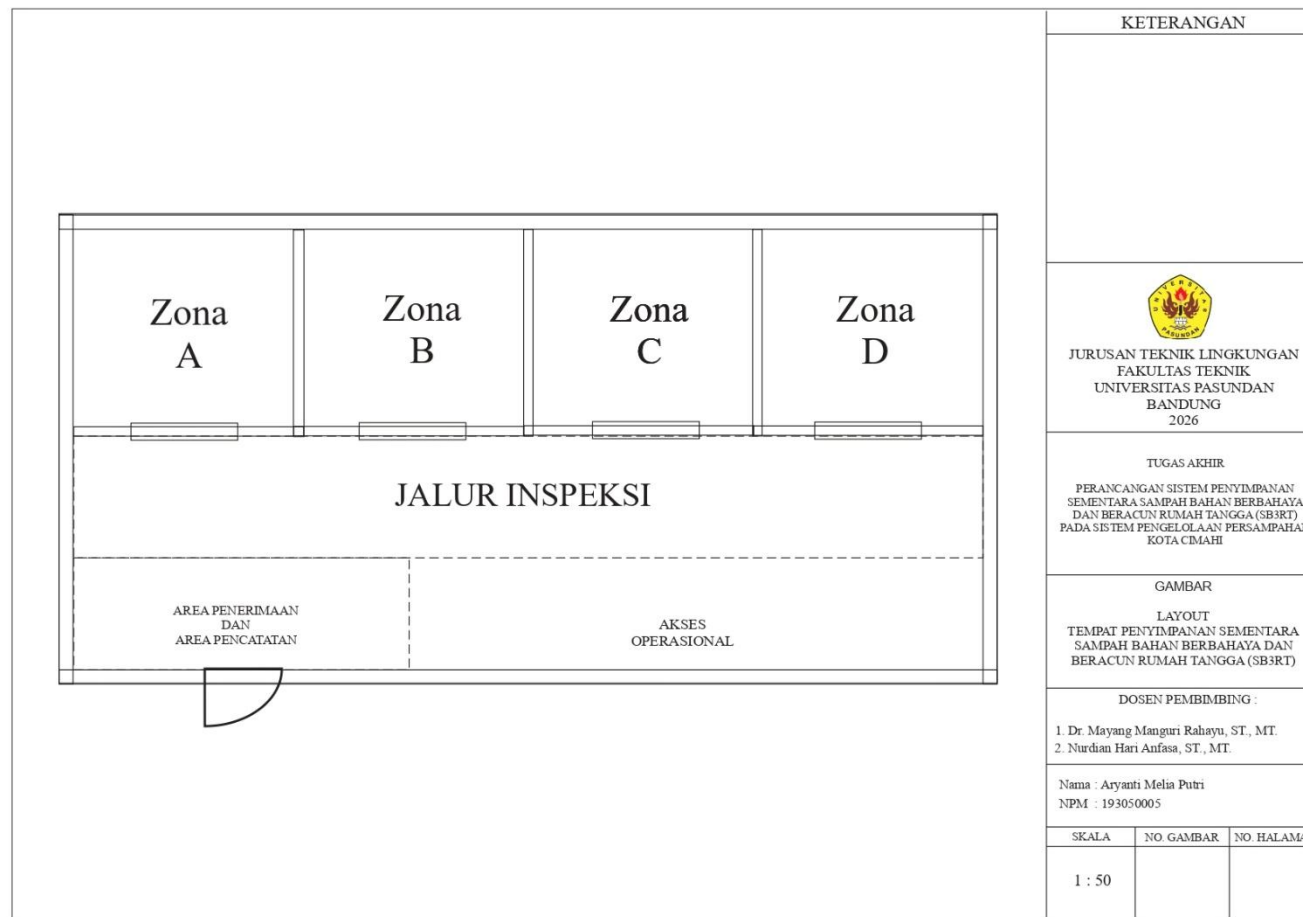
Penempatan sumber pencahayaan direncanakan agar area penerimaan, jalur inspeksi, dan masing-masing zona penyimpanan memperoleh penerangan yang memadai serta tidak menimbulkan area yang mengganggu kegiatan identifikasi dan pemeriksaan wadah.

5.7 Perencanaan Alur Operasional SB3RT

Perencanaan alur operasional dilakukan sebagai Gambaran tahapan penanganan SB3RT sejak diterima sampai dengan dikeluarkan dari tempat penyimpanan sementara. Alur operasional disusun menyesuaikan dengan tata ruang yang telah direncanakan sehingga kegiatan penerimaan, pencatatan, pemindahan, penyimpanan, dan pengeluaran SB3RT dapat dilakukan secara teratur.

SB3RT yang diterima terlebih dahulu diarahkan menuju area penerimaan dan pencatatan. Pada area ini dilakukan pemeriksaan awal, penimbangan, identifikasi, dan pencatatan. Selanjutnya, SB3RT dikelompokkan berdasarkan karakteristiknya dan ditempatkan pada wadah yang sesuai sebelum dipindahkan menuju zona penyimpanan.

Selama berada di tempat penyimpanan sementara, dilakukan pemeriksaan terhadap kondisi wadah dan area penyimpanan. Pada saat dilakukan pengangkutan, SB3RT dikeluarkan dari zona melalui jalur sirkulasi menuju pintu utama, dilakukan pemeriksaan dan pencatatan jumlah sampah yang keluar. Selanjutnya, SB3RT diserahkan untuk diangkut menuju fasilitas atau pihak pengelola berizin sesuai dengan ketentuan pengelolaan yang berlaku.



Gambar 5.1 Layout Tempat Penyimpanan Sementara SB3RT

BAB VI

SPESIFIKASI TEKNIS DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA

6.1 Dasar Penyusunan Spesifikasi Teknis

Spesifikasi teknik tempat penyimpanan sementara Sampah Bahan Berbahaya dan Beracun Rumah Tangga (SB3RT) disusun berdasarkan hasil perencanaan. Spesifikasi teknis digunakan untuk menjelaskan kebutuhan fisik bangunan, sarana penyimpanan, serta perlengkapan pendukung yang diperlukan pada TPS3R Melong dan TPST Lebak Saat.

Bangunan tempat penyimpanan sementara SB3RT direncanakan memiliki dimensi luar 10 x 5 m atau luas 50 m². Ruang di dalam bangunan terdiri dari area penerimaan dan pencatatan, jalur inspeksi dan sirkulasi, serta empat zona penyimpanan yang dipisahkan berdasarkan karakteristik SB3RT. Spesifikasi teknis hasil perencanaan selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam menentukan jenis dan volume pekerjaan pada penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB).

Tabel 6.1 Spesifikasi Teknis Tempat Penyimpanan Sementara SB3RT

No	Komponen	Spesifikasi Teknis	Dimensi/jumlah
A.	Bangunan dan Tata Ruang		
1	Bangunan	Tempat penyimpanan sementara SB3RT	10 x 5 m
2	Luas bangunan	Luas keseluruhan	50 m ²
3	Dinding luar	Dinding pembatas bangunan	Tebal 0,15 m
4	Dimensi bersih bangunan	Setelah memperhitungkan dinding luar	9,70 x 4,70 m
5	Zona penyimpanan	Zona A, B, C, dan D	4 Zona
6	Sekat antar-zona	Pemisah fisik antar-zona	Tebal 0,12 m
7	Dimensi bersih zona	Dimensi masing-masing zona	2,335 x 2,20 m
8	Luas zona	Luas masing-masing zona	±5,14 m ²

No	Komponen	Spesifikasi Teknis	Dimensi/jumlah
9	Jalur inspeksi/sirkulasi	Akses petugas dan pemindahan SB3RT	9,70 x 1,20 m
10	Area penerimaan dan pencatatan	Penerimaan, pemeriksaan, penimbangan, identifikasi dan pencatatan	3,50 x 1,30 m
11	Akses operasional depan	Mendukung kegiatan operasional	±6,20 x 1,30 m
B	Akses dan Bukaannya		
1	Pintu utama	Akses utama, membuka keluar	1 unit, lebar 1,20 m
2	Pintu zona penyimpanan	Akses masing-masing zona, sistem geser	4 unit, lebar 0,90 m
C	Sarana Penyimpanan		
1	Bin plastik	Wadah SBERT berbentuk padat	120 L/unit
2	Drum plastik	Wadah tertutup untuk jenis yang memerlukan penanganan sesuai dengan karakteristik	120 L/unit
3	Kapasitas penataan	Maksimum berdasarkan konfigurasi zona	32 wadah
4	Kapasitas nominal	Kapasitas keseluruhan	3,84 m ³
5	Interval pengangkutan	Berdasarkan evaluasi kapasitas	1 hari
D	Keselamatan		
1	APAR	Penanganan awal kebakaran	2 unit
2	<i>Spill Kit</i>	Penampungan awal tumpahan	1 unit
3	APD	Perlindungan petugas	3 set
4	P3K	Pertolongan pertama	1 set

No	Komponen	Spesifikasi Teknis	Dimensi/jumlah
5	Rambu/Label	Identifikasi bahaya, zona, dan wadah	1 paket
E	Ventilasi dan Pencahayaan		
1	Ventilasi	Ditempatkan pada dinding luar	4 unit
2	pencahayaan	Alami dan buatan	Sesuai kebutuhan

Berdasarkan Tabel 6.1, spesifikasi teknis tempat penyimpanan sementara SB3RT pada kedua lokasi perenanaan pada prinsipnya menggunakan konfigurasi yang sama. Spesifikasi tersebut merupakan hasil perencanaan digunakan sebagai dasar dalam menentukan kebutuhan pekerjaan konstruksi, sarana penyimpanan, serta perlengkapan pendukung dalam penyusunan RAB.

6.2 Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya (RAB) disusun untuk memperkirakan kebutuhan biaya Pembangunan tempat penyimpanan sementara SB3RT pada TPS3R Melong dan TPST Lebak Saat. Penyusunan RAB ini didasarkan pada hasil spesifikasi teknis, gambar perencanaan, volume pekerjaan, serta harga satuan pekerjaan yang digunakan.

Perhitungan biaya dilakukan dengan mengalikan volume masing-masing pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan menggunakan persamaan berikut.

Tabel 6.2 Rencana Anggaran Biaya Pembangunan Fasilitas SB3RT Kota Cimahi
(1 Unit)

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
A	Pekerjaan Persiapan				
1	Pembersihan lokasi	50	m ²	25.000	1.250.000
2	Pengukuran dan pematokan lokasi	1	ls	1.500.000	1.500.000

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
3	Papan informasi proyek	1	unit	750.000	750.000
Subtotal A					3.500.000
B	Pekerjaan Konstruksi Bangunan				
4	Pekerjaan pondasi bangunan	8	m ³	1.500.000	12.000.000
5	Lantai beton kedap air	50	m ²	450.000	22.500.000
6	Pekerjaan dinding pasangan bata	80	m ²	350.000	28.000.000
7	Struktur rangka dan penutup atap	50	m ²	650.000	32.500.000
8	Pintu besi pengaman	5	unit	6.000.000	30.000.000
9	Pekerjaan finishing dan pengecatan	1	ls	6.000.000	6.000.000
Subtotal B					137.000.000
C	Fasilitas Keselamatan dan Pengendalian Risiko				
10	Sistem ventilasi bangunan	5	ls	450.000	2.250.000
11	Spill containment area	1	unit	8.000.000	8.000.000
12	Drainase pengaman	1	ls	6.000.000	6.000.000
13	APAR 6 kg	2	unit	1.500.000	3.000.000
14	APD	3	Set	500.000	1.500.000
15	P3K	1	Set	300.000	300.000
Subtotal C					21.050.000
D	Pengadaan Peralatan SB3RT				

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
16	Drum dan Bin Ukuran 120 L penyimpanan limbah B3	32	unit	250.000	8.000.000
17	Spill kit	2	paket	3.500.000	7.000.000
18	Label dan simbol limbah B3	1	paket	2.000.000	2.000.000
19	Timbangan digital	1	unit	2.500.000	2.500.000
Subtotal D					19.500.000
E	Biaya Administrasi dan Pendukung				
20	Administrasi dan dokumentasi pekerjaan	1	ls	5.000.000	5.000.000
21	Pengawasan pekerjaan	1	ls	10.000.000	10.000.000
Subtotal E					15.000.000

Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya:

Tabel 6.3 Rekapitulasi Anggaran Biaya Fasilitas SB3RT

No	Komponen Biaya	Jumlah (Rp)
1	Pekerjaan Persiapan	3.500.000
2	Pekerjaan Konstruksi Bangunan	137.000.000
3	Fasilitas Keselamatan dan Pengendalian Risiko	21.050.000
4	Pengadaan Peralatan SB3RT	19.500.000
5	Administrasi dan Biaya Pendukung	15.000.000
Total Biaya		196.050.000

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil kajian literatur, analisis data sekunder, serta primer melalui wawancara mengenai pembahasan Perancangan Sistem Penyimpanan Sementara Sampah Bahan Berbahaya dan Beracun Rumah Tangga (SB3RT) pada Sistem Pengelolaan Persampahan Kota Cimahi, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil identifikasi kondisi eksisting, pengelolaan SB3RT di Kota Cimahi masih belum didukung oleh sistem penyimpanan sementara yang secara khusus direncanakan untuk SB3RT. Berdasarkan evaluasi terhadap alternatif lokasi dengan mempertimbangkan kriteria perencanaan yang telah ditentukan, diperoleh TPS3R Melong dan TPST Lebak Saat sebagai lokasi yang digunakan dalam perencanaan tempat penyimpanan sementara SB3RT.
2. Timbulan SB3RT Kota Cimahi diperkirakan sebesar $\pm 1.956,7 \text{ m}^3/\text{tahun}$ atau $\pm 5,36 \text{ m}^3/\text{hari}$. Berdasarkan pembagian wilayah pelayanan yang digunakan dalam perencanaan, TPS3R Melong memiliki proporsi pelayanan sekitar 51,46% dengan timbulan rencana sebesar $\pm 2,76 \text{ m}^3/\text{hari}$, sedangkan TPST Lebak Saat memiliki proporsi pelayanan sekitar 48,54% dengan timbulan rencana sebesar $\pm 2,60 \text{ m}^3/\text{hari}$. Hasil ini digunakan sebagai dasar penentuan kebutuhan kapasitas penyimpanan pada masing-masing lokasi.
3. Tempat penyimpanan sementara SB3RT pada lokasi terpilih direncanakan dengan dimensi luar bangunan $10 \times 5 \text{ m}$ atau seluas 50 m^2 . Bangunan terdiri atas area penerimaan dan pencatatan, jalur inspeksi dan sirkulasi, serta empat zona penyimpanan. Masing-masing zona memiliki dimensi bersih sekitar $2,335 \text{ m} \times 2,20 \text{ m}$, sedangkan jalur inspeksi dan sirkulasi direncanakan selebar $1,20 \text{ m}$. sarana penyimpanan menggunakan kombinasi bin plastik dan drum plastik berkapasitas 120 L dengan kapasitas maksimum

penataan sebanyak 32 wadah. Berdasarkan evaluasi kapasitas terhadap timbulan SB3RT, interval pengangkutan direncanakan setiap satu hari.

7.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang diperoleh, beberapa saran yang dapat diajukan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan sampling dan pengukuran timbulan serta komposisi SB3RT secara langsung di Kota Cimahi.
2. Penelitian lanjutan disarankan untuk melakukan penerapan tempat penyimpanan sementara SB3RT dalam bentuk pilot project pada salah satu lokasi yang sesuai. Serta melakukan evaluasi lebih lanjut terhadap cakupan wilayah pelayanan dan lokasi titik pengumpulan/dropbox SB3RT dengan mempertimbangkan jumlah penduduk, timbulan SB3RT, jarak pelayanan, aksesibilitas, serta pola pengumpulan.
3. Peningkatan kesadaran dan pemahaman masyarakat mengenai risiko SB3RT, melalui program edukasi yang berkelanjutan dan mudah dipahami, agar perubahan perilaku pemilahan dapat tercapai.
4. Fasilitas pengelolaan limbah B3 berizin perlu dikembangkan, guna memastikan bahwa SB3RT yang telah terpisah dari sampah umum dapat dikelola secara aman dan sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.

DAFTAR PUSTAKA

Afriani, D., dkk. (2024). Gambaran pengelolaan sampah elektronik (e-waste) rumah tangga di Kabupaten Kuningan Tahun 2022. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*.

Ahsan, A., Alamgir, M., El-Sergany, M. M., Shams, S., Rowshon, M. K., & Daud, N. N. N. (2014). Assessment of municipal solid waste management system in a developing country. *Chinese Journal of Engineering*, 2014, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2014/561935>

Al-Khatib, I. A., Monou, M., Zahra, A. S. F. A., Shaheen, H. Q., & Kassinos, D. (2010). Solid waste characterization, quantification and management practices in developing countries: A case study from Palestine. *Journal of Environmental Management*, 91(5), 1131–1138. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.01.003>

Arifin, M., & Nugraha, D. (2023). Penanganan limbah elektronik (e-waste) di Indonesia berbasis seni dan drop point. *Prosiding Nasional*.

Awasthi, A. K., Wang, M., Awasthi, M. K., & Li, J. (2021). Environmental pollution of electronic waste recycling in India: A critical review. *Environmental Pollution*, 211, 259–270.

Badan Pusat Statistik Kota Cimahi. (2024). Kota Cimahi dalam Angka 2024. BPS Kota Cimahi.

Badan Standardisasi Nasional. (2002). SNI 03-2847-2002: Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung. Badan Standardisasi Nasional.

Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 3242:2008 tentang Pengelolaan Sampah di Permukiman. Badan Standardisasi Nasional.

Badan Standardisasi Nasional. (2017). SNI 8152:2017 tentang Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Konstruksi. Badan Standardisasi Nasional.

Badan Standardisasi Nasional. (2020a). SNI 1727:2020 Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain. Badan Standardisasi Nasional.

Badan Standardisasi Nasional. (2020b). SNI 1729:2020 Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural. Badan Standardisasi Nasional.

Badan Standardisasi Nasional. (2023). SNI 2847:2023 Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung. Badan Standardisasi Nasional.

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (5th ed.). Sage Publications.

Damanhuri, E., & Padmi, T. (2019). Pengelolaan sampah. Program Studi Teknik Lingkungan Institut Teknologi Bandung.

Direktorat Jenderal Pengelolaan Sampah, Limbah, dan Bahan Berbahaya dan Beracun. (2023). Statistik pengelolaan sampah Indonesia. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

Direktorat Pengelolaan Sampah, Limbah, dan B3. (2021). Pengelolaan sampah elektronik berdasarkan PP Nomor 27 Tahun 2020. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

Fahmi, A., dkk. (2024). Pengelolaan sampah spesifik dalam implementasi kebijakan pemerintah daerah. Jurnal Kebijakan dan Administrasi Publik.

Ferronato, N., & Torretta, V. (2019). Waste mismanagement in developing countries: A review of global issues. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(6), 1060.

Guerrero, L. A., Maas, G., & Hogland, W. (2013). Solid waste management challenges for cities in developing countries. *Waste Management*, 33(1), 220–232.

Hadi, S., dkk. (2022). Implementasi pengelolaan sampah spesifik di Indonesia. *Jurnal Teknik Lingkungan*.

Hoornweg, D., & Bhada-Tata, P. (2012). *What a waste: A global review of solid waste management*. World Bank.

Inglezakis, V. J., & Moustakas, K. (2015). *Household hazardous waste management*. Elsevier.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2020). *Pedoman teknis pengurangan dan penanganan sampah rumah tangga dan sampah sejenis sampah rumah tangga*. KLHK.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2021). *Direktori pengelolaan limbah B3 Indonesia*. KLHK.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2021). *Pedoman pengelolaan limbah B3 dari rumah tangga*. Direktorat Jenderal Pengelolaan Sampah, Limbah, dan B3.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2021 tentang Tata Cara dan Persyaratan Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun*.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2021). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 14 Tahun 2021 tentang Pengelolaan Sampah pada Bank Sampah.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2022). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 6 Tahun 2022 tentang Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2022). Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN): Capaian kinerja pengelolaan sampah. <https://sipsn.menlhk.go.id>

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2023). Status lingkungan hidup Indonesia 2023. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2024). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 9 Tahun 2024 tentang Penyelenggaraan Pengelolaan Sampah Spesifik.

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2022). Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Pekerjaan Umum. Direktorat Jenderal Bina Konstruksi.

Kumar, A., Agamuthu, P., & Maheshwari, B. (2023). Household hazardous waste generation and sustainable management in developing countries: A review. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 25(2), 719–739.

Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia. (2012). Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 13 Tahun 2012 tentang Pedoman Pelaksanaan Reduce, Reuse, dan Recycle melalui Bank Sampah.

Novianti, R., dkk. (2023). Pengelolaan sampah elektronik rumah tangga di Indonesia. Waste Management and Sustainable Society.

OECD. (2022). Global plastics outlook: Economic drivers, environmental impacts and policy options. OECD Publishing.

OECD. (2024). Global waste outlook 2024. OECD Publishing.

OECD. (2025). Towards circular economy for municipal hazardous waste management. OECD Publishing.

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

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2022 tentang Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2020 tentang Pengelolaan Sampah Spesifik.

Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2018 tentang Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2021.

Pujawan, I. N. (2017). Supply chain management (3rd ed.). Andi.

Pusat Data dan Informasi KLHK. (2024). Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN). Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

Pusat Standardisasi Instrumen Lingkungan Hidup. (2022). Pedoman teknis pengelolaan limbah B3 dari rumah tangga. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

Rochman, F., Prasetyo, H., & Nugroho, A. (2022). Evaluasi pengelolaan sampah rumah tangga berbasis masyarakat di Indonesia. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 21(3), 241–251.

Tchobanoglous, G., & Kreith, F. (2002). *Handbook of solid waste management* (2nd ed.). McGraw-Hill.

Tchobanoglous, G., Kreith, F., & Williams, M. E. (2022). *Handbook of solid waste management* (3rd ed.). McGraw-Hill.

Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. A. (1993). *Integrated solid waste management: Engineering principles and management issues*. McGraw-Hill.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah.

United Nations. (2023). *Recommendations on the transport of dangerous goods: Model regulations* (23rd rev. ed.). United Nations.

United Nations Environment Programme. (2015). *Global waste management outlook*. UNEP.

United Nations Environment Programme. (2019). *Global chemicals outlook II: From legacies to innovative solutions*. UNEP.

United Nations Environment Programme. (2021). *From pollution to solution: A global assessment of marine litter and plastic pollution*. UNEP.

United Nations Environment Programme. (2023). Global chemicals outlook II. UNEP.

United Nations Environment Programme. (2024). Global waste management outlook 2024. UNEP.

United States Environmental Protection Agency. (2023). Best practices for household hazardous waste collection programs. U.S. EPA.

United States Environmental Protection Agency. (2024). Household hazardous waste (HHW): Management guidelines. U.S. EPA.

World Bank. (2018). What a waste 2.0: A global snapshot of solid waste management to 2050. World Bank.

World Health Organization. (2014). Safe management of wastes from health-care activities (2nd ed.). World Health Organization.

World Health Organization. (2021). Safe management of wastes from health-care activities (2nd ed.). World Health Organization.

World Health Organization. (2023). Global guidance on waste management and environmental health. WHO.

Yuliani, E., & Kurniawan, B. (2019). Timbulan sampah B3 rumah tangga dan potensi dampak lingkungan di Indonesia. *Jurnal Naturalis*, 8(2), 97–106.

L

A

M

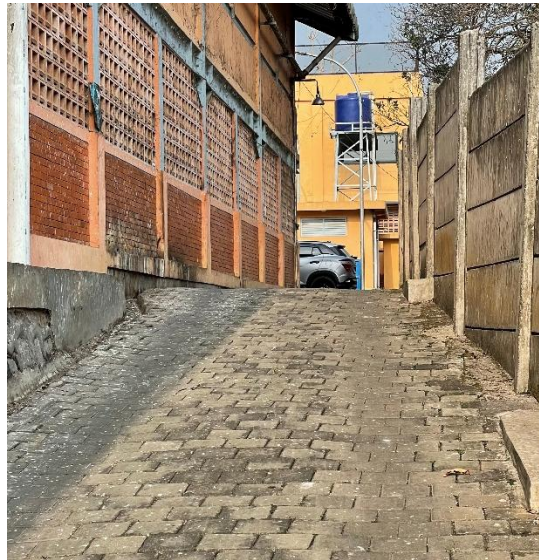
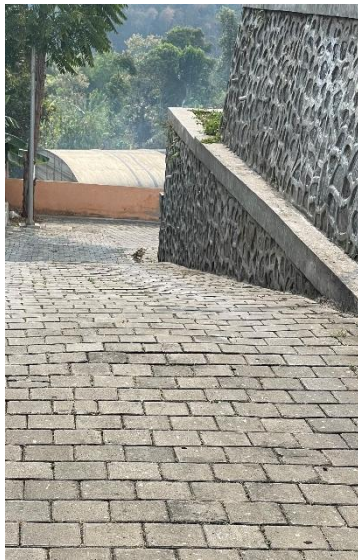
P

I

R

A

N



LOKASI PERENCANAAN TPST LEBAK SAAT



LOKASI PERENCANAAN TPS3R MELONG