

BAB 2

KONSEP PERENCANAAN

2.1 Persampahan

Menurut Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah dijelaskan bahwa sampah merupakan sisa kegiatan sehari-hari manusia dan proses alam yang berbentuk padat. Sampah juga merupakan masalah yang sering dihadapi di suatu wilayah disebabkan dengan seiring bertambahnya jumlah penduduk maka volume sampah yang dihasilkan semakin meningkat dari waktu ke waktu dengan jenis yang semakin beragam. Berikut penjelasan tentang karakteristik persampahan, seperti timbunan sampah, sumber sampah, dan jenis sampah.

2.1.1 Timbunan Sampah

Timbunan sampah merupakan volume sampah atau berat sampah yang dihasilkan dari berbagai jenis sumber, seperti rumah tangga (domestik), kegiatan komersial, perkantoran, industri dan lain sebagainya (non domestik) di suatu wilayah dalam kurun waktu tertentu (Ratya, 2017). Berikut besaran timbunan sampah yang berlandaskan komponen sampah yang bersumber pada SNI 19-3983-1995 tentang Spesifikasi Timbunan Sampah untuk Kota Kecil dan Kota Sedang di Indonesia.

Tabel 2. 1 Besaran Timbunan Sampah Berdasarkan Komponen-Komponen Sumber Sampah

No	Komponen Sumber Sampah	Satuan	Volume (Liter)	Berat (Kg)
1.	Rumah Permanen	Per orang/ hari	2,25-2,50	0,350-0,400
2.	Rumah Semi Permanen	Per orang/ hari	2,00-2,25	0,300-0,350
3.	Rumah Non Permanen	Per orang/ hari	1,75-2,00	0,250-0,300
4.	Kantor	Per pegawai/ hari	0,50-0,75	0,025-0,100
5.	Toko/Ruko	Per petugas/ hari	2,50-3,00	0,150-0,350
6.	Sekolah	Per murid/ hari	0,10-0,15	0,010-0,020
7.	Jalan Arteri Sekunder	Per meter/ hari	0,10-0,15	0,020-0,100
8.	Jalan Kolektor Sekunder	Per meter/ hari	0,10-0,15	0,010-0,050
9.	Jalan Lokal	Per meter/ hari	0,05-0,1	0,005-0,025
10.	Pasar	Per meter ² / hari	0,20-0,60	0,1-0,3

Sumber: SNI 19-3983-1995

Tabel diatas menunjukkan besaran timbunan sampah yang dihasilkan berdasarkan berbagai komponen sampah, seperti rumah permanen, rumah semi permanen, rumah non permanen, kantor, toko/ruko, sekolah, jalan arteri sekunder, jalan kolektor sekunder, jalan lokal, dan pasar. Setiap komponen memiliki satuan, volume dan berat sampah yang berbeda

sesuai dengan karakteristik aktivitas dan penggunaannya. Selain itu, dijelaskan menurut SNI 19-3983-1995 bahwa sampah yang dihasilkan per orang, per hari sesuai dengan klasifikasi kota. Berikut tabel timbunan sampah berdasarkan klasifikasi kota:

Tabel 2. 2 Timbunan Sampah Berdasarkan Klasifikasi Kota

Klasifikasi Kota	Volume (L/Orang/Hari)	Berat (Kg/Orang/Hari)
Kota Metropolitan (> 1.000.000 jiwa)	3,50	0,7
Kota Besar (500.001-1.000.000 jiwa)	3,00	0,6
Kota Sedang (100.001-500.000 jiwa)	2,50	0,5
Kota Kecil (20.000-10.000 jiwa)	2,00	0,4

Sumber: SNI 19-3983-1995

Kabupaten Demak pada tahun 2024 memiliki jumlah penduduk sebesar 1.227.634 jiwa. Sehingga timbunan sampah berdasarkan klasifikasi kota dapat dikategorikan sebagai kota metropolitan dengan volume sampah 3,50 L/orang/hari dan memiliki berat sampah sebesar 0,7 kg/orang/hari. Sementara itu, terdapat klasifikasi sumber sampah domestik dan sampah non domestik di Kabupaten Demak yang dihasilkan dari berbagai jenis sampah yang berbeda-beda sesuai dengan aktivitas sebagai berikut.

- **Sumber Sampah Domestik**

Sampah domestik merupakan limbah padat yang dihasilkan dari rumah tangga, seperti sisa makanan, kertas, plastik, dan bahan anorganik lainnya. Sampah domestik memiliki karakteristik campuran antara organik dan anorganik serta berkontribusi besar terhadap timbunan sampah di wilayah perkotaan (Liliany Margareta dkk., 2023), seperti di Kabupaten Demak. Klasifikasi sumber sampah domestik di Kabupaten Demak didominasi dari berbagai aktivitas rumah tangga yang berasal dari kawasan permukiman penduduk. Klasifikasi sampah domestik sebagai dasar perhitungan kebutuhan lahan, serta pemilihan sistem pengelolaan sampah yang sesuai untuk memastikan bahwa pengelolaan sampah dapat dilakukan secara efektif. Berdasarkan hasil wawancara dengan Bapak Sudarwanto selaku Kepala Bidang Pengelolaan Sampah, Limbah dan B3 (PSLB3) menyatakan bahwa “proporsi sampah domestik di Kabupaten Demak sejumlah 41% dari rumah tangga.”

- **Sumber Sampah Non Domestik**

Sampah non domestik merupakan limbah padat yang dihasilkan dari aktivitas non rumah tangga, seperti kegiatan usaha, pelayanan publik, industri, perdagangan, perkantoran,

pendidikan, fasilitas kesehatan, hingga kegiatan di ruang terbuka seperti pasar dan jalan umum. Jenis sampah non domestik ini memiliki karakteristik yang berbeda-beda tergantung dari sumbernya. Klasifikasi sumber sampah non domestik di Kabupaten Demak dapat dibedakan berdasarkan aktivitas yang dihasilkan di luar sampah rumah tangga, yang meliputi berbagai komponen seperti perkantoran, pasar, pusat perniagaan, fasilitas publik, kawasan industri. Klasifikasi sampah non domestik digunakan sebagai dasar perhitungan kebutuhan lahan TPA, serta rencana sistem pengelolaan sampah yang optimal untuk diterapkan di TPA agar tidak terjadi permasalahan lingkungan maupun kelebihan kapasitas (*overload*).

Berdasarkan hasil wawancara dengan Bapak Sudarwanto selaku Kepala Bidang Pengelolaan Sampah, Limbah, B3 (PSLB3) menyatakan bahwa “proporsi sampah non domestik di Kabupaten Demak dibedakan mejadi beberapa komponen sumber sampah yang masing-masing memiliki proporsi berbeda-beda berasal dari perkantoran, pasar, pusat perniagaan, fasilitas publik, kawasan industri. Berikut ini proporsi klasifikasi sumber sampah non domestik di Kabupaten Demak

Tabel 2. 3 Klasifikasi Sumber Sampah Non Domestik di Kabupaten Demak

No	Komponen Sumber Sampah	Prediksi Asusmsi Sampah Non Domestik dari Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Demak	Alasan dari Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Demak
1.	Perkantoran	6%	Jumlah kantor pemerintah dan swasta di Kabupaten Demak tidak sebesar kota besar, namun tetap menghasilkan sampah kertas dan plastik dari kegiatan administrasi
2.	Pasar	20%	Pasar tradisional dan modern di Kabupaten Demak merupakan distribusi barang yang padat aktivitas setiap hari, sehingga menghasilkan volume organik yang tinggi, seperti sisa sayuran, buah, dan lain-lain
3.	Pusat Perniagaan	18%	Pusat perdagangan seperti pertokoan, ruko, dan pusat grosir, menghasilkan sampah dari aktivitas jual beli.
4.	Fasilitas Publik	6%	Fasilitas umum, seperti terminal, taman kota, dan lain-lain menjadi sumber sampah dari pengunjung

No	Komponen Sumber Sampah	Prediksi Asumsi Sampah Non Domestik dari Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Demak	Alasan dari Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Demak
5.	Kawasan Industri	9%	Kawasan industri di Kabupaten Demak walaupun jumlahnya tidak besar, tetap meyumbang sampah non domestik berupa limbah kemasan, plastik, sisa bahan produksi, dan sampah administrasi perkantoran pabrik.

Sumber: Wawancara kepada Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Demak, 2025

Berdasarkan tabel diatas, delapan komponen sumber sampah non domestik memiliki asumsi persentase yang berbeda-beda diperoleh dari hasil wawancara dari pihak Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Demak, yang menunjukkan bahwa komponen sumber sampah pasar memiliki persentase tertinggi sebesar 20%, sedangkan komponen sumber sampah perkantoran dan fasilitas publik memiliki persentase terendah sebesar 6 %. Sebagai upaya untuk merumuskan pengelolaan sampah yang optimal, melakukan perhitungan jumlah timbunan sampah yang dihasilkan oleh suatu wilayah. Mulai dari sumber sampah domestik (rumah tangga), maupun dari sampah non domestik. Perhitungan ini menjadi dasar penting untuk memperkirakan kebutuhan lahan TPA yang memadai sesuai dengan sistem pengelolaan sampah yang akan diterapkan di TPA. Menghitung jumlah timbunan sampah domestik dan non domestik dapat dilakukan dengan menggunakan rumus perhitungan yang berpedoman pada aturan SNI 19-3938-1995 tentang Spesifikasi Timbunan Sampah Kota Sedang dan Kota Kecil sebagai berikut.

$$Q_d = q_d \times p_d$$

$$Q_{nd} = p \times q_{nd}$$

Sumber: SNI 19-2454-2002 dan SNI 19-3938-1995

Keterangan:

Q_d : Jumlah timbunan sampah domestik (kg/hari)

q_d : Standar satuan berat sampah domestik (kg/hari)

p_d : Jumlah penduduk (jiwa)

Q_{nd} : Jenis sumber sampah non domestik (kg/hari)

p : Jumlah penduduk (jiwa)

q_{nd} : Standar satuan berat sampah non domestik (kg/hari)

Adapaun rumus untuk menghitung prediksi timbunan sampah berdasarkan Permen LHK Nomor 6 Tahun 2022 tentang Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional adalah dengan mengalikan jumlah penduduk dengan angka timbunan sampah per kapita yang ditetapkan oleh SNI 19-3983-1995. Berikut rumus prediksi timbunan sampah sebagai berikut.

$$\text{Potensi Timbunan Sampah} = \text{Jumlah Penduduk} \times \text{Faktor Estimasi Timbunan Sampah}$$

Sumber: (Permen Lingkungan Hidup dan Kehutanan dkk., 2022)

Keterangan:

Potensi Timbunan Sampah (kg/hari)

Jumlah Penduduk (Jiwa)

Faktor Estimasi Timbunan Sampah/Angka Timbunan Sampah Perkapita (kg/jiwa)

2.1.2 Jenis-Jenis Sampah

Jenis sampah merupakan pengelompokan sampah berdasarkan karakteristik fisik, kimia, dan sumber asalnya, seperti sampah organik, anorganik, dan sampah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun). Masing- masing memerlukan penanganan dan pengelolaan yang berbeda sesuai sifat dan potensi dampak terhadap lingkungan (Suji & Made, 2022). Menurut Hadiwidoyo (1983) dalam (Gobai dkk., 2021) klasifikasi sampah berdasarkan sifatnya terdiri dari tiga macam, yaitu sampah organik, sampah anorganik dan sampah B3.

1. Sampah Organik

Sampah organik merupakan sampah yang diperoleh dari bahan-bahan hayati dan dapat terurai secara alami. Sampah organik dapat berguna sebagai pupuk kompos, makan ternak dan biogas. Berikut yang termasuk sampah organik, misalnya sisa makanan, sayuran, kulit buah, daun dan ranting.

2. Sampah Anorganik

Sampah anorganik merupakan sampah yang diperoleh dari bahan-bahan non hayati, maupun berupa produk sintetik dan hasil teknologi pengolahan bahan tambang. Sebagian besar sampah anorganik tidak dapat terurai oleh alam. Sementara sebagian sampah anorganik hanya dapat teruraikan dalam waktu yang lama. Berikut ini yang termasuk sampah anorganik, misalnya botol plastik, botol gelas, tas plastik, dan kaleng.

3. Sampah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun)

Sampah terkandung bahan berbahaya dan beracun (B3) terjadi karena adanya zat kimia organik, anorganik, dan logam berat yang dihasilkan dari aktivitas industri. Sampah B3 perlu adanya penanganan khusus, tidak boleh dicampur dengan sampah organik dan anorganik.

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, jenis-jenis sampah terdiri dari 3 jenis sampah sebagai berikut:

1. Sampah Rumah Tangga

Timbul dari aktivitas rumah tangga, terkecuali sampah spesifik dan hasil tinja

2. Sampah Sejenis Rumah Tangga

Timbul dari kawasan area khusus, komersial, fasilitas sosial, industri, dan fasilitas lainnya.

3. Sampah Spesifik

Sampah terkandung bahan berbahaya dan beracun (B3), limbah bahan berbahaya dan beracun (B3), timbul akibat bencana, puing bangunan, sampah belum dapat diolah dengan teknologi, sampah yang timbul tidak teratur.

2.1.3 Sumber Sampah

Sumber sampah merupakan asal atau tempat terjadinya timbunan sampah yang berasal dari berbagai aktivitas manusia (rumah tangga) maupun pasar, perkantoran, industri dan fasilitas umum yang menghasilkan limbah padat dari kegiatan sehari-hari (Suripatty, 2020). Adapun klasifikasi sampah menurut Tchobanoglous dan Kreith (2002) tentang Buku Pengelolaan Sampah Padat sebagai berikut:

Tabel 2. 4 Klasifikasi Sumber Sampah Masyarakat

Sumber	Fasilitas, Aktivitas, Lokasi Sampah dihasilkan	Jenis Sampah
Rumah Tangga	Rumah tinggal bersama, apartemen, perumahan, dan lainnya.	Organik : Sisa makanan, bahan-bahan kertas, ranting kayu, dedaunan, kulit, kardus, kain. Anorganik : Plastik, logam, kaca, sampah elektronik.
Komersil	Pertokoan, restoran, pasar, perkantoran, perhotelan, kantor pelayanan, dan sebagainya.	Kertas, logam, plastic, kayu, kardus, sampah sisa makanan, kaca, dan sebagainya.
Institusi	Pusat pendidikan (sekolah), pusat pelayanan pemerintahan, pusat kesehatan (rumah sakit), kantor polisi/penjara dan sebagainya	Kertas, kayu, kardus, sampah sisa makanan, plastik, kaca, logam dan sebagainya.
Konstruksi	Area konstruksi bangunan, industri, manufaktur, dan sebagainya.	Plastik, kayu, beton, baja, bahan kimia, dan sebagainya.
Pengolahan Sampah Kota	Pembersihan jalan, saluran air, ruang terbuka hijau (RTH), dan sebagainya.	Kayu, ranting, daun, plastic, dan sebagainya.

Sumber: (Tchobanoglous dan Kreith, 2002)

Berdasarkan tabel klasifikasi sumber sampah menurut Tchobanoglous dan Kreith (2002) tentang Buku Pengelolaan Sampah Padat, diklasifikasikan menjadi lima yaitu rumah tangga, komersial, institusi, konstruksi dan pengelolaan sampah kota yang masing-masing menghasilkan jenis sampah berbeda-beda sesuai dengan aktivitasnya.

2.2 Komponen Pengelolaan Sampah

Komponen Pengelolaan sampah merupakan tahapan utama dalam kegiatan yang bertujuan untuk mengelola sampah sejak dihasilkan dari sumber sampah hingga pada pembuangan akhir (Iyamu dkk., 2022). Menurut Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, pengelolaan sampah meliputi pengurangan dan penanganan sampah, selain itu dijelaskan didalam SNI 19-2454-2002 tentang Tata Cara Teknik Oprasional Pengelolaan Sampah Pekotaan, teknik oprasional pengelolaan sampah terdiri dari pewadahan sampah, pengumpulan sampah, pemilahan sampah, pemindahan dan pengangkutan sampah, pemrosesan akhir. Berikut penjelasan tentang komponen pengelolaan sampah sebagai berikut.

2.2.1 Pewadahan Sampah

Pewadahan sampah merupakan suatu aktivitas yang bertujuan untuk memilah atau mengelompokkan sampah sesuai dengan karakteristik dan jenisnya. Pada tahap ini, sampah biasanya di klasifikasikan menjadi tiga kategori, yaitu sampah organik (basah), sampah anorganik (kering), serta sampah B3 (Bahan Berbahaya Beracun). Berpedoman pada SNI 19-2454-2002 tentang Tata Cara Teknik Oprasional Pengelolaan Sampah Perkotaan, kegiatan ini perlu dilakukan secara terpadu langsung dari sumber sampah agar memudahkan proses penanganan dan pengolahan sampah (Syaputra, 2019).

2.2.2 Pengumpulan Sampah

Pengumpulan sampah merupakan bagian dari proses penanganan sampah yang mencakup tidak hanya pengambilan sampah dari wadah individu atau komunal, tetapi juga pengangkutan ke lokasi tertentu, baik melalui sistem pengangkutan langsung maupun tidak langsung (Leonardo dkk., 2023).

2.2.3 Pemilahan Sampah

Kegiatan pemilahan sampah merupakan kegiatan untuk mengelompokkan sampah sesuai dengan jenis sampah, jumlah, dan sifat sampah sejak dari sumbernya, dengan tujuan memudahkan proses pengelolaan daur ulang (Ambina, 2019). Kegiatan ini tidak hanya mendukung proses pengelolaan sampah secara optimal, tetapi juga sebagai pemanfaatan kembali sampah yang masih bernilai guna.

2.2.4 Pemindahan Sampah dan Pengangkutan Sampah

Pemindahan sampah dan Pengangkutan sampah merupakan tahap lanjutan dalam sistem pengelolaan sampah yang bertujuan untuk memindahkan sampah dari tempat pengumpulan atau tempat penampungan sampah ke lokasi tempat pemrosesan akhir dengan menggunakan *truck* jenis *dum truck*, *arm roll truck*, dan jenis *compactor truck* (Gobai dkk., 2021) Proses tersebut berperan penting dalam memastikan sampah dikelola dengan efisien dan tepat waktu, sehingga dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

2.2.5 Pemrosesan Akhir

Pemrosesan akhir sampah merupakan tahap akhir dalam sistem pengelolaan sampah yang sudah tidak dapat diproses kembali dan dibuang ke TPA. Proses pembuangan tersebut bertujuan untuk mengurangi penumpukan sampah di lingkungan masyarakat dan di tempat penampungan sampah sementara (TPS) (Gobai dkk., 2021).

2.3. Fasilitas Penyediaan Layanan Persampahan

Penyediaan layanan persampahan merupakan salah satu upaya penting dalam menjaga kebersihan dan kesehatan lingkungan, dimana setiap tahapan pengelolaan sampah mulai dari pengumpulan, pemilahan, pengolahan, hingga pembuangan akhir membutuhkan fasilitas layanan persampahan, seperti tempat penampungan sementara, tempat pengolahan sampah 3R, dan tempat pemrosesan akhir. Berikut ini penjelasan mengenai fasilitas layanan persampahan (Gulo dkk., 2022).

2.3.1 Tempat Penampungan Sementara

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 2020 tentang Pengelolaan Sampah Spesifik, tempat penampungan sampah merupakan tempat sementara sebelum sampah dipindahkan ke fasilitas daur ulang, pengolahan, atau tempat pengolahan sampah terpadu. TPS berfungsi sebagai titik pengumpulan awal dalam sistem pengelolaan sampah serta memungkinkan pemilahan dan pengumpulan sampah dari sumbernya sebelum diproses lebih lanjut (Arini dkk., 2022).

2.3.2 Tempat Pengolahan Sampah (*Reduce, Reuse, Recycle*)

Tempat pengolahan sampah merupakan tempat dimana dilakukan kegiatan pemilahan dan pengolahan sampah secara terpadu. Konsep 3R merupakan pola konsumsi dan produksi di berbagai tingkat, dengan menekankan pada pengelolaan sampah dengan cara mengurangi jumlah sampah, menggunakan kembali dan mendaur ulang sampah langsung dari sumbernya. (Norken & Harmayani, 2019).

2.3.3 Tempat Pemrosesan Akhir

Tempat pemrosesan akhir (TPA) merupakan lokasi dimana sampah menjalani tahap akhir dari seluruh proses pengelolaannya, dimulai dari sampah dihasilkan di sumber, kemudian dikumpulkan, dipindahkan, atau diangkut, diolah, hingga akhirnya dibuang (Nahdi, 2019). Menurut Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, tempat pemrosesan akhir merupakan tempat untuk memproses atau mengembalikan sampah ke media lingkungan secara aman bagi manusia dan lingkungan.

2.3.4 Infrastruktur Penanganan Sampah

Tersedianya infrastruktur yang memadai merupakan salah satu faktor pendukung, seperti adanya armada pengangkutan sampah sebagai komponen penting dalam pengelolaan sampah yang berperan dalam memindahkan sampah dari sumbernya menuju tempat penampungan sementara (TPS) atau langsung dibuang ke tempat pemrosesan akhir (TPA), sehingga kelancaran operasional armada ini sangat menentukan efektivitas pengelolaan sampah, baik dari segi pengangkutan, kapasitas angkut, maupun cakupan wilayah layanan (Fauziah & Suparmi, 2022). Berikut jenis armada pengangkutan sampah menurut SNI 19-2454-2002:

1. *Truck* biasa terbuka, berupa *truck* dengan bak terbuka. Tidak ideal untuk sampah basah karena berpotensi menimbulkan bau.
2. *Dump truck/Tipper truck*, berupa *truck* pengangkut sampah yang dilengkapi dengan penutup kontainer.
3. *Armroll Truck*, berupa *truck* pengangkut sampah yang dilengkapi mesin pengangkat container.
4. *Compactor truck*, berupa *truck* yang dilengkapi alat pemadat sampah sehingga dapat menampung banyak sampah.
5. *Multi loader*, *truck* yang digunakan untuk mengangkat atau membawa kontainer-kontainer hidrolis.
6. *Truck with crane*, *truck* yang dilengkapi alat pengangkat sampah
7. Mobil penyapu jalan, *truck* yang dilengkapi alat penghisap sampah.

2.4 Kajian Terkait Pengelolaan Sampah di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)

Pengelolaan sampah di TPA merupakan langkah strategis dalam menilai efektivitas dan dampak lingkungan dari berbagai macam sistem pengelolaan sampah yang diterapkan di TPA (Yunitasari, 2018). Kajian pengelolaan sampah di TPA meliputi sistem pengelolaan

sampah, kriteria pengelolaan sampah, dan komponen pendukung. Berikut penjelasan terkait pengelolaan sampah di tempat pemrosesan akhir (TPA).

2.4.1 Sistem Pengelolaan Sampah di TPA

Sistem pengelolaan sampah di TPA merupakan tahapan akhir dalam rangkaian pengelolaan sampah secara menyeluruh yang berperan penting dalam memastikan limbah padat yang tidak dapat dimanfaatkan kembali dapat ditangani dengan cara yang aman dan ramah lingkungan (Ryandy Fermat Silolongan, 2019). Pada penelitian tentang evaluasi lokasi dan upaya pengelolaan sampah di TPA diperlukan sebuah sistem pengelolaan sampah yang dapat mempengaruhi kapasitas dan umur TPA. Macam-macam sistem pengelolaan sampah di TPA sebagai berikut:

1. *Open dumping*

Open dumping merupakan proses pengelolaan sampah yang paling sederhana dimana sampah hanya ditinggalkan berserakan diatas tanah dan di biarkan menumpuk di lahan terbuka tanpa adanya penanganan, yang membuat sampah membusuk dan menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. *Open dumping* tidak memerlukan biaya operasional yang tinggi, tetapi memiliki dampak pencemaran lingkungan dan kesehatan manusia (Tendean dkk., 2023).

2. *Controlled Landfill*

Controlled landfill merupakan metode sistem pembuangan sampah yang dilakukan secara terkontrol dengan memperhatikan aspek kebersihan, pengelolaan gas, dan air lindi. Berbeda dengan metode *open dumping*, *controlled landfill* menerapkan pengelolaan yang lebih terstruktur, meskipun belum sepenuhnya memenuhi standar *Sanitary landfill*. *Controlled landfill* biasanya diterapkan di daerah dengan keterbatasan teknologi untuk membangun *Sanitary landfill*. *Controlled landfill* berfungsi sebagai solusi sementara yang lebih baik daripada pembuangan sampah secara terbuka (Tendean dkk., 2023).

3. *Sanitary Landfill*

Sanitary landfill merupakan sistem pengelolaan sampah di tempat pemrosesan akhir yang dirancang untuk meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan. Sistem ini dianggap lebih aman dan ramah lingkungan karena dilengkapi dengan sistem pengelolaan yang terkontrol seperti pengelolaan air lindi, dan gas metana yang dihasilkan dari proses dekomposisi sampah organik. Proses *sanitary landfill* dilakukan secara sistematis dengan cara pemadatan dan penutupan menggunakan tanah atau material lainnya (Tendean dkk., 2023).

4. Insenerator

Insenerator merupakan pengolahan sampah dengan cara pembakaran sampah dengan suhu tinggi untuk mengurangi volume sampah dan menghasilkan energi listrik dengan mengkonversi panas yang diperoleh dari pembakaran sampah. Metode ini biasanya digunakan pada sampah yang sulit didaur ulang atau yang tidak dapat diolah dengan cara lain. Proses *insenerator* lebih ramah lingkungan daripada proses pembakaran dengan sistem terbuka (Idris dkk., 2024)

2.4.2 Kriteria Pengelolaan Sampah di TPA

Kriteria pengelolaan sampah merupakan standar yang digunakan dalam membedakan jenis sistem pengelolaan sampah yang diterapkan, seperti *open dumping*, *controlled landfill*, dan *sanitary landfill*. Masing-masing sistem pengelolaan sampah memiliki tingkat pemenuhan kriteria yang berbeda-beda, baik dari sisi teknis, pengendalian pencemaran, keamanan lingkungan, maupun infrastruktur pendukung. Adanya kriteria pengelolaan sampah dapat dilakukan evaluasi dan perbaikan sistem pengelolaan sampah agar dapat berjalan optimal. (Juhaidah, 2018). Berikut ini kriteria pengelolaan sampah di TPA.

Tabel 2. 5 Kriteria Pengelolaan Sampah di TPA

No	Kriteria	<i>Open Dumping</i>	<i>Controlled Landfill</i>	<i>Sanitary Landfill</i>
1.	Lokasi	Tidak terencana	Mempertimbangkan kondisi hidrogeologi	Berdasarkan lingkungan, masyarakat dan faktor biaya
2.	Kapasitas	Tidak diketahui secara pasti	Kapasitas terencana, mempertimbangkan daya tampung	Kapasitas terencana mempertimbangkan daya tampung dan kesediaan lahan
3.	Perencanaan sel	Pemakaian lahan tidak terkontrol dan sampah hanya di tumpuk tidak ada pembagian lahan	Sampah terdapat di area yang telah ditentukan tidak ada pembagian lahan namun pemakaian area minim	Sampah hanya terdapat di area yang ditentukan. Area kerja dibuat seminimal mungkin, dan pemodelan sel dari perkembangan sel
4.	Manajemen lindi	Tidak ada pengolahan lindi	Pengolahan lindi parsial	Pengolahan lindi secara menyeluruh
5.	Manajemen gas metana	Tidak ada pengolahan gas metana	Tidak ada pengolahan gas atau parsial	Pengelolaan gas secara menyeluruh
6.	Penutupan tanah	Tergantung atau tidak ada sama sekali	Tertutupi oleh sampah yang ditimbun secara regular namun tidak setiap hari	Setiap hari ditimbun menggunakan tanah

No	Kriteria	<i>Open Dumping</i>	<i>Controlled Landfill</i>	<i>Sanitary Landfill</i>
7.	Pemadatan sampah	Tidak ada pemadatan sampah	Terkadang dilakukan kompaksi	Kompaksi sampah
8.	Pemeliharaan akses jalan	Tidak ada akses jalan yang layak	Pemeliharaan akses jalan yang minim	Pemeliharaan akses jalan yang menyeluruh
9.	Penyangga/ pagar pembatas	Tidak memiliki penyangga	Terdapat penyangga/ pagar pembatas	Penyangga pengaman dengan gerbang
10.	Control terhadap jumlah sampah	Tidak ada pencatatan tentang komposisi dan kuantitas sampah yang masuk	Sebagian atau tidak ada control terhadap kuantitas namun terbatas untuk sampah perkotaan	Setiap jenis sampah memiliki proposi sendiri. Kontrol penuh terhadap kuantitas dan komposisi sampah yang masuk
11.	Pencatatan	Tidak ada pencatatan	Pendataan dasar	Pencatatan lebih rinci tentang volume, jenis dan sumber sampah
12.	Pemilahan sampah	Dilakukan oleh pemulung	Dikontrol petugas pengangkut sampah	Tidak ada petugas yang bekerja di site TPA
13.	Penutupan TPA	Tidak ada penutupan yang tepat saat pengoprasian berakhir	Penutupan TPA dibatasi penggunaannya atau sebagian ditutupi oleh tanah dan reboisasi	Penutupan penuh dan manajemen pasca penutupan
14.	Biaya	Biaya awal rendah namun biaya dampak lebih tinggi	Biaya awal cukup rendah hingga sedang, jangka panjang tinggi	Biaya awal tinggi, biaya oprasional dan berjangka panjang
15.	Dampak lingkungan dan kesehatan	Potensi tinggi untuk kebakaran dan merugikan dampak lingkungan dan kesehatan	Resiko dampak terhadap lingkungan dan kesehatan lebih rendah di bandingkan dengan <i>open dumping</i>	Resiko dampak terhadap lingkungan dan kesehatan lebih kecil

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat jendral Cipta Karya dan (Juhaidah, 2018)

Berdasarkan tabel kriteria pengelolaan sampah di TPA, dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan kriteria antara sistem *open dumping*, *controlled landfill*, dan *sanitary landfill*. Perbedaan setiap sistem pengelolaan sampah akan dibahas berdasarkan *Waste to Energi In The Age Of The Circular Economy* yang disusun oleh Asian Development Bank pada tahun 2020 sebagai berikut.

- *Open Dumping*

Open dumping merupakan sistem pembuangan sampah yang paling sederhana dan tidak terkontrol, dimana sampah dibuang begitu saja di lahan terbuka tanpa adanya penanganan teknis. Kondisi TPA yang masih menerapkan sistem *open dumping* akan memiliki umur operasional lebih cepat karena tidak adanya pengolahan seperti pemadatan, penutupan harian, pengolahan lindi dan gas metana. *Open dumping* tidak dianjurkan karena sangat berisiko terhadap pencemaran lingkungan, menimbulkan bau tidak sedap (*Asian Development Bank*, 2020)

- *Controlled Landfill*

Controlled landfill merupakan sistem pembuangan sampah yang dirancang untuk mengurangi risiko terhadap lingkungan dan kesehatan. Sistem *controlled landfill* lebih baik daripada *open dumping* karena menerapkan standar teknis lingkungan yang lebih baik, termasuk penggunaan lapisan penutup guna mencegah pencemaran air tanah dan udara akibat tumpukan sampah. Meski infrastruktur yang dibutuhkan tidak terlalu spesifik seperti *sanitary landfill* tetapi membutuhkan akses jalan yang memadai, pagar pengaman, serta pengelolaan rutin untuk menutup timbunan sampah secara berkala. *Controlled landfill* tetap dilengkapi dengan mekanisme pengumpulan dan pengolahan gas yang dihasilkan dari proses dekomposisi sampah. *Controlled landfill* masih memiliki potensi pencemaran, namun risikonya lebih rendah dibandingkan *open dumping* (*Asian Development Bank*, 2020).

- *Sanitary Landfill*

Sanitary landfill merupakan sistem pengelolaan sampah yang paling aman dan ramah lingkungan karena dilakukan dengan teknik yang terkontrol dan terencana. *Sanitary landfill* dilakukan melalui sampah ditimbun secara berlapis, dipadatkan setiap hari, dan ditutup dengan tanah penutup harian. Sistem *sanitary landfill* dilengkapi dengan lapisan kedap air (*liner*) untuk mencegah rembesan lindi ke tanah, pengolahan air lindi, serta pengelolaan gas metana. Sistem *sanitary landfill* dirancang untuk meminimalkan dampak lingkungan, mengurangi pencemaran, serta meningkatkan keamanan dan keberlanjutan pengelolaan sampah jangka panjang (*Asian Development Bank*, 2020).

2.4.3 Komponen Pendukung Pengelolaan Sampah di TPA

Komponen pendukung pengelolaan sampah merupakan sarana atau elemen yang berperan penting dalam menunjang kelancaran dan keberhasilan pengelolaan sampah. Komponen pendukung dapat disesuaikan dengan metode pengelolaan sampah yang diterapkan (Winahyu dkk., 2019). Tanpa adanya komponen pendukung yang memadai,

maka pengelolaan sampah tidak akan berjalan optimal, bahkan berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu, keberadaan dan kualitas komponen pendukung mejadi bagian yang penting untuk diperhatikan dalam perencanaan pengelolaan sampah. Pedoman Pengoperasian dan Pemeliharaan TPA yang diterbitkan oleh Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Cipta Karya disebutkan bahwa setiap sistem pengelolaan sampah di TPA memiliki perbedaan yang terdiri dari sarana prasarana, pengoprasian TPA, dan petugas TPA. Berikut ini komponen pengelolaan sampah di TPA berdasarkan jenis pengelolaan sampahnya.

Tabel 2. 6 Perbedaan *Open Dumping*, *Controlled Landfill*, *Sanitary Landfill*

No	Parameter	<i>Open Dumping</i>	<i>Controlled Landfill</i>	<i>Sanitary Landfill</i>
A.	Pengoprasian TPA			
1.	Alat berat	<i>Dozer dan loader</i> dianjurkan dilengkapi <i>excavator</i>	<i>Dozer dan loader</i> dianjurkan dilengkapi <i>excavator</i>	<i>Dozer, loader dan excavator</i>
2.	Transportasi lokal	Dianjurkan	Dianjurkan	Diharuskan
3.	Cadangan bahan bakar	Diharuskan	Diharuskan	Diharuskan
4.	Jalan operasi utama	Diharuskan	Diharuskan	Diharuskan
5.	Jalan operasi dalam area	Diharuskan	Diharuskan	Diharuskan
6.	Jembatan Timbang	Diharuskan	Diharuskan	Diharuskan
7.	Ruang registrasi	Diharuskan	Diharuskan	Diharuskan
B.	Sarana Prasarana			
8.	Papan nama	Diharuskan	Diharuskan	Diharuskan
9.	Pintu gerbang atau pagar	Diharuskan	Diharuskan	Diharuskan
10.	Kantor TPA	Minimum digabung dengan pos jaga	Minimum digabung dengan pos jaga	Diharuskan
11.	Garasi alat berat	Diharuskan	Diharuskan	Diharuskan
12.	Gudang	Dianjurkan	Dianjurkan	Diharuskan
13.	Workshop dan peralatan	Dianjurkan	Dianjurkan	Diharuskan
14.	Pemadam kebakaran	Diharuskan	Diharuskan	Diharuskan
15.	Fasilitas toilet	MCK	MCK	Kamar mandi dan WC terpisah
16.	Cuci kendaraan	Minimum ada <i>faucet</i>	Minimum ada <i>faucet</i>	Diharuskan
17.	Penyediaan air bersih	Diharuskan	Diharuskan	Diharuskan
18.	Listrik	Diharuskan	Diharuskan	Diharuskan

No	Parameter	Open Dumping	Controlled Landfill	Sanitary Landfill
19.	Alat komunikasi	Diharuskan	Diharuskan	Diharuskan
20.	Ruang jaga atau pos jaga	Diharuskan	Diharuskan	Diharuskan
21.	Area khusus daur ulang	Diharuskan	Diharuskan	Diharuskan
22.	Area transit limbah B3 rumah tangga	Diharuskan	Diharuskan	Diharuskan
23.	P3K	Diharuskan	Diharuskan	Diharuskan
24.	Tempat ibadah	Dianjurkan	Dianjurkan	Diharuskan
C.	Petugas TPA			
25	Kepala TPA	Diharuskan, Pendidikan minimal D3 Teknik, atau yang berpengalaman	Diharuskan, Pendidikan minimal D3 Teknik, atau yang berpengalaman	Diharuskan, Pendidikan minimal D3 Teknik, atau yang berpengalaman
26.	Petugas registrasi	Dianjurkan	Dianjurkan	Diharuskan
27.	Pengawas operasi	Diharuskan, minimal dirangkap Kepala TPA	Diharuskan, minimal dirangkap Kepala TPA	Diharuskan
28.	Supir alat berat	Diharuskan	Diharuskan	Diharuskan
29.	Teknisi	Diharuskan	Diharuskan	Diharuskan
30.	Satpam	Diharuskan	Diharuskan	Diharuskan

Sumber: Peraturan Menteri 03/PRT/M/2013 dan Departemen Pekerjaan Umum Direktorat jendral Cipta Karya

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan parameter kelengkapan fasilitas dan operasional pengelolaan sampah melalui *open dumping*, *controlled landfill* dan *sanitary landfill* memiliki perbedaan pengoperasian, penyediaan sarana prasarana dan petugas TPA. Sistem *sanitary landfill* menunjukkan bahwa sistem yang paling lengkap, terstandarisasi, dan memenuhi persyaratan teknis dan operasional yang baik, dibandingkan dengan sistem *open dumping* dan *controlled landfill*. Komponen pendukung pengelolaan sampah di TPA digunakan untuk menilai kondisi TPA telah memenuhi standar yang baik dalam pengelolaan sampah.

2.5 Perhitungan Kebutuhan Lahan Tempat Pemrosesan Akhir

Perhitungan kebutuhan lahan TPA dilakukan untuk menentukan luas area yang diperlukan dalam menampung sampah selama periode waktu tertentu, dengan mempertimbangkan volume timbunan sampah, proyeksi penduduk, umur TPA, serta sistem pengelolaan sampah yang akan diterapkan di TPA. Sehingga kapasitas lahan yang tersedia

dapat dimanfaatkan secara optimal dan tidak menimbulkan kelebihan kapasitas (*overload*) di masa mendatang (Hayuningrat & Rahmadyanti, 2021).

2.5.1 Sisa Daya Tampung TPA

Sisa daya tampung TPA merupakan kapasitas ruang yang masih tersedia di tempat pemrosesan akhir (TPA) untuk menampung timbunan sampah hingga mencapai batas maksimum. Sehingga sisa daya tampung TPA digunakan untuk mengetahui umur operasional TPA dan sebagai dasar dalam merencanakan pengelolaan sampah (Fadhlurrahman & Burhanuddin, 2021). Berikut perhitungan sisa daya tampung TPA menggunakan rumus perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Daya Tampung TPA} = \text{Luas TPA} \times \text{Tinggi Prediksi Sampah}$$

$$\text{Daya Tampung TPA Terisi} = \text{Luas TPA Terpakai} \times \text{Tinggi Prediksi Sampah}$$

$$\text{Sisa Daya Tampung TPA} = \text{Luas TPA Belum Terpakai} \times \text{Tinggi Prediksi Sampah}$$

Sumber: (Fadhlurrahman & Burhanuddin, 2021)

2.5.2 Proyeksi Penduduk

Proyeksi penduduk yaitu proses analisis untuk memprediksi jumlah penduduk di masa mendatang sesuai dengan jangka waktu perencanaan. Proses perhitungan proyeksi penduduk menggunakan data sensus tahun 2010 dan 2020. Penggunaan data sensus pada proyeksi penduduk karena data sensus merupakan sumber informasi demografi yang paling akurat. Sehingga menghasilkan data yang valid sebagai dasar untuk memprediksi pertumbuhan penduduk di masa depan. Perhitungan proyeksi penduduk menggunakan metode agregat yang meliputi metode aritmatik, geometrik, dan eksponensial (Tendean dkk., 2023). Berikut ini rumus perhitungan proyeksi penduduk menggunakan metode aritmatik, geometrik, dan eksponensial.

- Model Aritmatik

$$P_n = P_o (1 + r \cdot n)$$

Sumber: (Handiyatmo dkk., 2010)

- Model Geometrik

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

Sumber: (Handiyatmo dkk., 2010)

- Model Eksponensial

$$P_n = P_o \times e^{rn}$$

Sumber: (Handiyatmo dkk., 2010)

Keterangan:

P_n = Jumlah penduduk pada tahun n (tahun ditanyakan)

P_o = Jumlah penduduk pada tahun o (tahun dasar/diketahui)

1 = Konstanta

r = Angka pertumbuhan penduduk pertahun

n = Jangka waktu antara P_n dan P_o

e = angka eksponensial, yaitu 2,7182818

2.5.3 Kebutuhan Lahan TPA

Kebutuhan lahan tempat pemrosesan akhir (TPA) merupakan prediksi luas lahan yang diperlukan untuk menampung timbunan sampah dalam jangka waktu tertentu, dengan mempertimbangkan proyeksi jumlah penduduk, volume sampah, dan sistem pengelolaan sampah yang digunakan. Perhitungan kebutuhan lahan TPA bertujuan untuk memastikan ketersediaan lahan yang memadai dalam menampung timbunan sampah yang dihasilkan selama jangka waktu tertentu, sehingga dapat menghindari terjadinya kelebihan kapasitas (*overload*) (Tendean dkk., 2023).

$$L = \frac{V}{T} \times \frac{365}{\text{tahun}} \times 1,15$$

Sumber: (Tendean dkk., 2023)

Keterangan:

L = Luasan lahan yang dibutuhkan setiap tahun (m²).

V = Volume sampah yang telah dipadatkan (m³/hari).

V = A×E A = Volume sampah yang akan dibuang.

M = Massa sampah yang masuk (A×berat jenis sampah, 200 kg/m³).

E = Tingkat pemadatan (600 kg/m³) T = Ketinggian timbunan (m).

2.6 Standar aturan yang sesuai untuk Tempat Pemrosesan Akhir

Standar aturan yang digunakan untuk kesesuaian lahan TPA dan evaluasi lokasi TPA mengacu pada ketentuan teknis dan lingkungan, yaitu pada SNI 03-3241-1994 tentang Tata Cara Pemilihan Lokasi TPA dengan mempertimbangkan berbagai aspek seperti kemiringan lereng, geologi, jarak terhadap badan air, jarak terhadap permukiman dan lain sebagainya yang bertujuan untuk memastikan bahwa lokasi TPA berada pada lokasi yang aman dan tidak berisiko terhadap pencemaran lingkungan. Sementara standar aturan yang sesuai untuk pengelolaan sampah di TPA mengacu pada SNI 19-2454-2002 tentang Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan termasuk di tempat pemrosesan akhir (TPA).

2.6.1 Kesesuaian Lahan TPA

Kesesuaian lahan tempat pemrosesan akhir (TPA) merupakan suatu proses penilaian terhadap karakteristik fisik dan lingkungan di suatu wilayah guna menentukan lokasi tersebut memenuhi persyaratan teknis dan lingkungan sebagai lokasi TPA. Penilaian ini mencakup berbagai parameter, seperti kondisi geologi, kemiringan lereng, jarak terhadap permukiman, dan lain sebagainya. Kesesuaian lahan TPA mengacu pada standar yang tercantum dalam SNI 03-3241-1994 mengenai Tata Cara Pemilihan Lokasi TPA (Nugroho & Firmansyah, 2018). Selain itu, terdapat beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi TPA (Manurung & Santoso, 2019) sebagai berikut:

- Ketersediaan lahan, setidaknya dapat dimanfaatkan selama satu tahun.
- Kondisi tanah dan topografi, perlu dirancang agar dapat memastikan ketersediaan tanah untuk penutup dalam jumlah yang cukup besar.
- Hidrologi air permukaan, perlu untuk memperhatikan arah aliran air tanah dan dampaknya terhadap pengisian air permukaan di sekitar *sanitary landfill*.
- Kondisi hidrologi dan hidrogeologi, merupakan faktor yang berperan penting dalam pemilihan lokasi untuk mencegah pencemaran akibat air limbah dari sampah.
- Kondisi lingkungan setempat, agar tidak menimbulkan permasalahan dengan masyarakat sekitar, karena *sanitary landfill* harus ditempatkan jauh dari area permukiman dan industri.
- Potensi yang diharapkan setelah selesai, bertujuan untuk menentukan penggunaan lahan dalam jangka panjang setelah *sanitary landfill* mencapai kapasitas penuh dan tidak dipergunakan.
- Jarak angkut, dipertimbangkan sedekat mungkin dengan sumber sampah untuk mengurangi biaya operasional.

Lokasi TPA ditetapkan didalam peraturan SNI 03-3241-1994 dengan beberapa pertimbangan sebagai berikut:

1. Lokasi TPA tidak boleh berlokasi di danau, sungai, dan laut.
2. Disusun berdasarkan kesesuaian lahan TPA:

Tabel 2. 7 Parameter Kesesuaian Lahan Tempat Pemrosesan Akhir

Analisis	Variabel	Klasifikasi	Nilai
Kesesuaian Lahan TPA	Keadaan Geologis	a. Tidak berlokasi di zona bahaya geologi	1
		b. Berlokasi di zona bahaya geologi.	0
	Hidrogeologi	a. Jarak terhadap badan air >100m	1
		b. Jarak terhadap badan air <100m	0
	Zona Cagar Alam/ Kawasan Lindung	a. Diluar kawasan lindung	1
		b. Didalam kawasan lindung	0
	Kelerengan	a. Kemiringan lereng 0-15%	1
		b. Kemiringan lereng >15%	0
	Jarak dari lapangan terbang	a. Jarak terhadap lapangan terbang >300m	1
		b. Jarak terhadap lapangan terbang <300m	0

Sumber: SNI 03-3241-1994

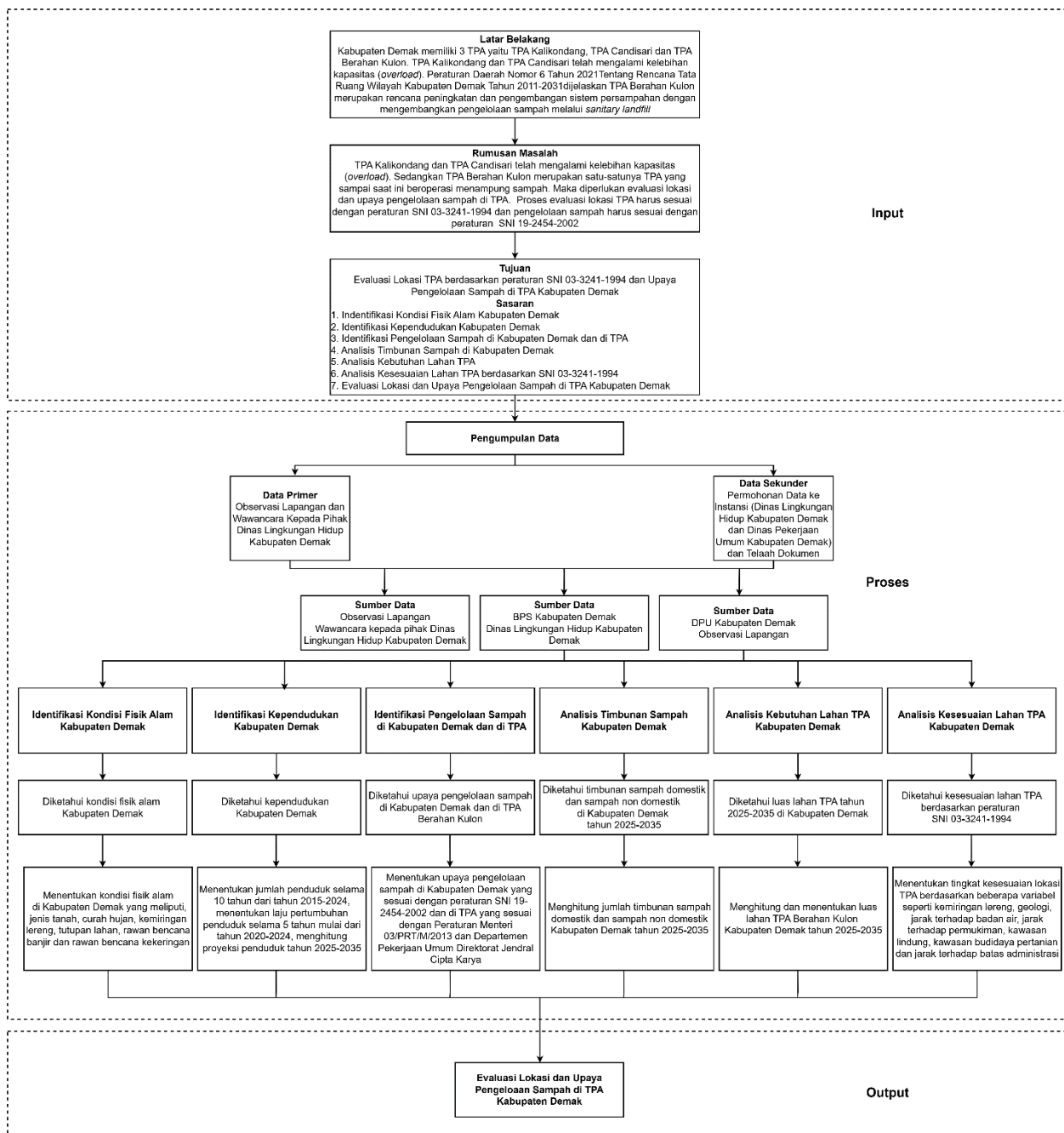
Variabel diatas digunakan untuk memperjelas lebih banyak parameter yang sesuai dengan peraturan SNI 03-3241-1994, sehingga proses kesesuaian lahan TPA dapat dilakukan secara lebih terstruktur. Proses kesesuaian lahan TPA dilakukan pada masing-masing parameter di beri nilai untuk mengetahui lokasi sesuai dan tidak sesuai. Pada lahan yang memenuhi kriteria penilaian di beri nilai 1 (sesuai) dan lahan yang tidak memenuhi kriteria penilaian di beri nilai 0 (tidak sesuai). Pemberian nilai 1 dan 0 didasarkan pada SNI 03-3241-1994. Kesesuaian lahan TPA pada penelitian ini bertujuan mengevaluasi lokasi TPA menggunakan kriteria-kriteria penilaian sesuai dengan pedoman SNI 03-3241-1994 dengan memanfaatkan data spasial dan teknik analisis *buffering* menggunakan data jarak terhadap badan air, jarak terhadap permukiman, kawasan budidaya pertanian, dan jarak terhadap batas administrasi. Setelah itu, melakukan *overlay* dengan menggunakan tools *intersect* pada perangkat lunak ArcGis 10.8

2.6.2 Evaluasi Lokasi dan Upaya Pengelolaan Sampah di TPA

Evaluasi lokasi TPA merupakan suatu proses penilaian kondisi fisik dan lingkungan pada lokasi TPA, untuk memastikan bahwa lokasi TPA tersebut memenuhi kriteria yang telah ditetapkan oleh SNI 03-3241-1994. Upaya pengelolaan sampah merupakan tindakan teknis dalam menangani sampah di lokasi TPA dengan penerapan pengelolaan sampah *sanitary landfill* yang bertujuan untuk mengelola sampah agar volume sampah yang tertimbun dapat dipadatkan secara optimal sehingga daya tampung TPA dapat dimaksimalkan dan terhindar dari kondisi *overload* yang dapat mempercepat habisnya kapasitas lahan (Fauzi & Setiawan, 2021).

2.7 Kerangka Kerja Kajian

Kerangka kerja diperlukan dalam penelitian ini yang bertujuan untuk memahami alur pelaksanaan penelitian dengan menjelaskan tahapan dalam proses Tugas Akhir. Berikut merupakan kerangka kerja kajian yang telah disusun oleh penyusun.



Sumber: Penyusun, 2025

Gambar 2. 1 Kerangka Kerja Kajian