



TUGAS AKHIR - RE 141581

LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA)
PENGELOLAAN SAMPAH PADA TEMPAT
PEMROSESAN AKHIR (TPA) SAMPAH
(STUDI KASUS: TPA JABON, KABUPATEN
SIDOARJO)

MARTHA LUMBAN GAOL
3313100061

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

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



TUGAS AKHIR - RE 141581

LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA)
PENGELOLAAN SAMPAH PADA TEMPAT
PEMROSESAN AKHIR (TPA) SAMPAH
(STUDI KASUS: TPA JABON, KABUPATEN
SIDOARJO)

MARTHA LUMBAN GAOL
3313100061

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

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



FINAL PROJECT - RE 141581

**LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA) OF
WASTE MANAGEMENT AT LANDFILL
(CASE STUDY: JABON LANDFILL,
SIDOARJO)**

MARTHA LUMBAN GAOL
3313100061

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

DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
Faculty of Civil Engineering and Planning
Institute of Technology Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

LEMBAR PENGESAHAN

**LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA) PENGELOLAAN
SAMPAH PADA TEMPAT PEMROSESAN AKHIR (TPA)
SAMPAH (STUDI KASUS: TPA JABON, KABUPATEN
SIDOARJO)**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

MARTHA LUMBAN GAOL
NRP. 3313 100 061

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

^{c/a}


I D A A Warmadewanthi, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19750212 199903 2 001



ABSTRAK

Life Cycle Assessment (LCA) Pengelolaan Sampah pada Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah (Studi Kasus: TPA Jabon, Kabupaten Sidoarjo)

Nama Mahasiswa : Martha Lumban Gaol
NRP : 3313100061
Jurusan : Teknik Lingkungan
Dosen Pembimbing : I D A A Warmadewanthi, S.T., M.T.,
Ph.D.

ABSTRAK

Kabupaten Sidoarjo mempunyai jumlah penduduk yang tinggi, sehingga meningkatkan jumlah timbulan sampah baik yang dihasilkan oleh individu maupun fasilitas umum. Namun, hal ini berbanding terbalik dengan tingkat pelayanan pengelolaan sampah Kabupaten Sidoarjo masih sebesar 35% pada tahun 2017. Sampah tersebut diangkut ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) sampah Jabon, satu-satunya TPA di kabupaten Sidoarjo yang masih aktif. Sistem penimbunan sampah di TPA Jabon adalah *controlled landfill* dengan luas wilayah eksisting sebesar 8,5 Ha dan area *landfill* diperkirakan penuh pada akhir tahun 2017. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menentukan skenario pengelolaan sampah yang ditinjau dari segi aspek teknis dan aspek lingkungan untuk mendukung pengelolaan sampah yang baik di TPA Jabon.

Data primer terdiri dari jumlah timbulan sampah TPA Jabon dengan metode *load count analysis*, karakteristik fisik dan kimia sampah yang didapatkan dengan *proximate* dan *ultimate analysis*, serta data kuantitas sampah selama 10 tahun dengan cara proyeksi penduduk dan timbulan hingga tahun 2027. Data sekunder terdiri dari data jumlah penduduk Kabupaten Sidoarjo 5 tahun terakhir (2011-2016) yang didapatkan dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Sidoarjo, peta dan batas wilayah studi di dapatkan dari Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan (DLHK) Kabupaten Sidoarjo serta data sarana dan prasarana yang terdapat di TPA yang didapatkan dari DKP Kabupaten Sidoarjo. Analisis lingkungan, didukung dengan *software* SimaPro v.8.3

yang akan mendukung dalam memberikan hasil analisis berupa emisi lingkungan yang dihasilkan dari keempat permodelan skenario pengelolaan sampah TPA Jabon.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa skenario pengelolaan sampah yang tepat ditinjau dari aspek teknis adalah skenario 1 (daur ulang, pengomposan, dan insinerasi), sedangkan dari aspek lingkungan skenario 2 (daur ulang, pengomposan, dan *sanitary landfill*) menghasilkan dampak lingkungan terkecil.

Kata kunci: *Life Cycle Assessment* (LCA), skenario, pengelolaan sampah, Sidoarjo, TPA.

Life Cycle Assessment (LCA) of Solid Waste Management at Landfill (Case Study: Jabon Landfill, Sidoarjo)

Student Name : Martha Lumban Gaol
ID Number : 3313100061
Department : Teknik Lingkungan
Supervisor : I D A A Warmadewanthi, S.T., M.T., Ph.D.

ABSTRACT

Sidoarjo Regency has large number of population, so it equal with the increasing of waste generation from either individually or public facilities. However, it is inversely proportional with the waste management service in Sidoarjo Regency, only about 35% in 2017. Solid waste of the city are transported to Jabon final disposal site (TPA), which is the only active TPA in Sidoarjo Regency. TPA Jabon used controlled landfill system and has 8.5 Ha of existing area which is almost fulfill the area in the end of 2017. The government of Sidoarjo Regency plan to enlarge the waste generation area, therefore this research is conducted to determine an appropriate waste management scenario reviewed from technical and environmental aspect to support waste management in Jabon final disposal.

Primary data comprise of solid waste generation at TPA Jabon by load account analysis method for 8 days successively, physical and chemistry characteristic by proximate and ultimate analysis, data of waste quantity for 10 years by population and waste generation projection unto 2027. Secondary data comprise nethermost 5 latest years' data of Sidoarjo total population (2011-2016) which can be obtained from Statistic Center Agency (BPS) of Sidoarjo Regency, map and study area boundary which can be obtained from Sanitation and Environment Agency (DLHK) of Sidoarjo. Collected data is analyzed from technical and environmental aspect. There are 4 scenarios used in this research. Environmental aspect analysis is supported by SimaPro v.8.3 which support by resulting value of environmental emission

which produced from all scenarios of TPA Jabon waste management.

The result of the analysis show that pengomposan is the best method from the technical aspect is 1st scenario (recycle, composting, and incineration), whereas from environmental aspect is 2nd scenario (recycle, composting, and *sanitary landfill*) produce the lowest number of environment emission.

Key words: Life Cycle Assessment (LCA), scenario, waste management, Sidoarjo, final disposal.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan penyertaan-Nya, laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik pada jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS. Laporan ini dapat diselesaikan dengan baik atas bantuan dan dukungan dari banyak pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu I D A A Warmadewanthi, S.T., M.T., Ph.D. sebagai dosen pembimbing yang telah mengarahkan dan membimbing penulis dalam penyelesaian laporan tugas akhir dari awal hingga akhir.
2. Bapak Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc., Ph.D., Ibu Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc., dan Bapak Dr. Abdu Fadli Assomadi S.Si., M.T., sebagai dosen penguji yang telah memberikan banyak saran dan masukan.
3. Ibu Bieby Viojant Tangahu, S.T., M.T., Ph.D, sebagai dosen wali yang telah membimbing penulis selama masa studi di Jurusan Teknik Lingkungan.
4. Ibu Harmin Sulistiyaning Titah, S.T., M.T., Ph.D, selaku koorditnator Tugas Akhir yang telah memfasilitasi pelaksanaan Tugas Akhir.
5. Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan Kabupaten Sidoarjo dan UPT Griyomulyo yang telah memberikan kesempatan dan banyak bantuan bagi penulis dalam melaksanakan penelitian lapangan Tugas Akhir.
6. Teman-teman jurusan Teknik Lingkungan yang telah membantu penulis dalam pelaksanaan *sampling* di lapangan.
7. Bapak Iwan Halim dan Ibu Rosalia atas dukungan berupa dana penelitian Tugas Akhir.
8. PT. Pupuk Kalimantan Timur atas dukungan berupa beasiswa sehingga penulis dapat menempuh pendidikan di ITS.
9. Orang tua saya yang telah memberikan dukungan selama penulis menjalankan masa perkuliahan di ITS.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam tugas akhir. Oleh karena itu penulis memohon kritik dan saran yang membangun. Terima kasih.

Surabaya, 27 Juli 2017
Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	v
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Ruang Lingkup	3
1.5 Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah	5
2.2 Pengolahan Sampah	5
2.2.1 Pengomposan	5
2.2.2 Penimbunan Sampah	6
2.2.3 Insinerasi	8
2.2.4 Daur Ulang	11
2.3 Karakteristik Sampah	11
2.3.1 Karakteristik Fisik Sampah	11
2.3.2 Karakteristik Kimia Sampah	12
2.5 <i>Life Cycle Assessment</i> (LCA)	14

2.5.1 Langkah-Langkah <i>Life Cycle Assessment (LCA)</i>	15
2.5.2 Dampak Pengelolaan Sampah Terhadap Lingkungan	17
2.5.2 Penerapan <i>Life Cycle Assessment (LCA)</i>	20
2.6 Gambaran Umum Wilayah Penelitian.....	21
BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1 Umum.....	23
3.2 Kerangka Penelitian	23
3.3 Studi Literatur	26
3.4 Pelaksanaan Penelitian	26
3.4.1 Pengumpulan Data Sekunder.....	26
3.4.2 Pengumpulan Data Primer	27
3.4.3 Analisis Laboratorium	30
3.4.4 Evaluasi Aspek Teknis dan Aspek Lingkungan	31
3.4.5 Skenario Pengelolaan Sampah dengan LCA	31
3.4.6 Analisis dan Pembahasan	32
3.4.7 Kesimpulan dan Saran	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Analisis Kuantitas dan Komposisi Sampah	39
4.1.1 Analisis Densitas Sampah.....	39
4.1.2 Timbulan Sampah Kondisi Eksisting	40
4.1.3 Komposisi Sampah.....	45
4.2 Analisis Karakteristik Sampah	47
4.2.1 Analisis Karakteristik Fisik Sampah.....	47
4.2.2 Analisis Karakteristik Kimia Sampah	49
4.3 Potensi Pemanfaatan Sampah dari Skenario di TPA Jabon	52

4.3.1 Potensi Pemanfaatan Skenario 1 (Daur Ulang, Pengomposan dan Insinerasi).....	53
4.3.2 Potensi Pemanfaatan Skenario 2 (Daur Ulang, Pengomposan, dan <i>Sanitary Landfill</i>).....	53
4.3.3 Potensi Pemanfaatan Skenario 3 (Daur Ulang, Pengomposan, Insinerasi, dan <i>Sanitary Landfill</i>)	54
4.4 Kajian Aspek Teknis Pengelolaan Sampah TPA Jabon	59
4.4.1 Kajian Karakteristik Sampah	59
4.4.2 Kajian Proses Pengelolaan Sampah	60
4.4.3 Kajian Sarana Pra-sarana TPA Jabon.....	60
4.5 Analisis <i>Life Cycle Assessment</i> (LCA) Skenario Pengelolaan Sampah di TPA Jabon.....	79
4.5.1 Penentuan Tujuan dan Batasan	79
4.5.2 Penentuan Inventarisasi Data Daur Hidup	79
4.5.3 Perkiraan Dampak pada LCA.....	81
4.5.4 Interpretasi	89
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	91
5. 1 Kesimpulan.....	91
5.2 Saran.....	91
DAFTAR PUSTAKA	93
LAMPIRAN	97
BIOGRAFI PENULIS	151

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Hasil Utama dari Insinerasi.....	10
Tabel 2. 2 Karakteristik Fisik dan Kimia Sampah Umum.....	14
Tabel 3. 1 Data Sekunder dan Data Primer.....	30
Tabel 3. 2 Aspek Teknis dan Aspek Lingkungan.....	31
Tabel 4. 1 Hasil Analisis Densitas Sampah TPA Jabon	39
Tabel 4. 2 Jenis Pengangkut Sampah Kabupaten Sidoarjo	41
Tabel 4. 3 Timbulan Sampah TPA Jabon.....	42
Tabel 4. 4 Jumlah Penduduk Kabupaten Sidoarjo Tahun 2012- 2016	43
Tabel 4. 5 Proyeksi Penduduk Kabupaten Sidoarjo	43
Tabel 4. 6 Proyeksi Sampah yang Masuk ke TPA Jabon.....	44
Tabel 4. 7 Hasil Analisis Laboratorium Karakteristik Fisik Sampah TPA Jabon	48
Tabel 4. 8 Analisis Kadar Air per Komponen Sampah	49
Tabel 4. 9 Nilai Kalor Sampah.....	49
Tabel 4. 10 Hasil Analisis Karakteristik Kimia Sampah TPA Jabon	50
Tabel 4. 11 Nilai Mol dan Koefisien Komposisi Kimia.....	51
Tabel 4. 12 Hasil Perhitungan <i>Material Balance</i> Skenario 1.....	53
Tabel 4. 13 Hasil Perhitungan <i>Material Balance</i> Skenario 2.....	54
Tabel 4. 14 Perhitungan <i>Material Balance</i> Skenario 3	54
Tabel 4. 15 Kajian Karakteristik Fisik Sampah TPA Jabon.....	59
Tabel 4. 16 Kajian Karakteristik Kimia Sampah TPA Jabon	59
Tabel 4. 17 Kajian Proses Pengelolaan Sampah	60
Tabel 4. 18 Kebutuhan Lahan	65
Tabel 4. 19 Lahan Total Area Pengomposan	70
Tabel 4. 20 Timbulan Sampah di <i>Sanitary Landfill</i> Skenario 1 ...	72
Tabel 4. 21 Timbulan Sampah di <i>Sanitary Landfill</i> Skenario 2 ...	74
Tabel 4. 22 Timbulan Sampah di <i>Sanitary Landfill</i> Skenario 3 ...	75
Tabel 4. 23 Kebutuhan Lahan Masing-Masing Skenario.....	76
Tabel 4. 24 Jumlah Kebutuhan Peralatan per Skenario	77
Tabel 4. 25 Jumlah Kebutuhan Pekerja per Skenario	77
Tabel 4. 26 Hasil Perhitungan <i>Life Cycle Inventory</i> Kuantitas Sampah.....	80

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema Representatif dari <i>Input</i> dan <i>Output</i> Proses Pengomposan	6
Gambar 2. 2 Penampang Potongan <i>Sanitary Landfill</i>	8
Gambar 2. 3 Skema Proses dari <i>Landfill</i>	9
Gambar 2. 4 Skema Representatif dari <i>Input</i> dan <i>Output</i> Insinerasi.....	10
Gambar 2. 5 Sistem <i>controlled landfill</i> TPA Jabon	21
Gambar 2. 6 Lokasi TPA Jabon di Kecamatan Jabon, Kabupaten Sidoarjo	22
Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian	26
Gambar 3. 2 Batasan Skenario 0	34
Gambar 3. 3 Batasan Skenario 1	35
Gambar 3. 4 Batasan Skenario 2	36
Gambar 3. 5 Batasan Skenario 3	37
Gambar 4. 1 Prosentase Komposisi Sampah di TPA Jabon	46
Gambar 4. 2 <i>Material Balance</i> Skenario 1	56
Gambar 4. 3 <i>Material Balance</i> Skenario 2.....	57
Gambar 4. 4 <i>Material Balance</i> Skenario 3.....	58
Gambar 4. 5 Konveyor untuk TPA Jabon	63
Gambar 4. 6 Alat Pencacah Kompos	66
Gambar 4. 7 Alat Pengayak Kompos	66
Gambar 4. 8 Insinerasi I-8.....	71
Gambar 4. 9 Grafik Dampak-Dampak Lingkungan Tiap Skenario Tahun 2017.....	86
Gambar 4. 10 Grafik Dampak-Dampak Lingkungan Tiap Skenario Tahun 2027	89

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A DENSITAS SAMPAH PER KOMPONEN	97
LAMPIRAN B KOMPOSISI SAMPAH	101
LAMPIRAN C KARAKTERISTIK FISIK SAMPAH	105
LAMPIRAN D KARAKTERISTIK KIMIA SAMPAH	115
LAMPIRAN E PERHITUNGAN PROYEKSI PENDUDUK	117
LAMPIRAN F HASIL UJI KADAR N TOTAL	123
LAMPIRAN G DOKUMENTASI KEGIATAN ANALISIS KOMPOSISI DAN DENSITAS	125
LAMPIRAN H PERHITUNGAN POTENSI PEMANFAATAN SAMPAH PER TAHUN	129

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kabupaten Sidoarjo merupakan kawasan *urban* (perkotaan), yang merupakan kawasan industri dan padat penduduk (Zakharia dkk., 2014). Hal ini mengakibatkan tingginya jumlah timbulan sampah yang dihasilkan baik individu maupun fasilitas umum. Kondisi ini berbanding terbalik dengan tingkat pelayanan pengelolaan sampah, yakni sebesar 38% dari total keseluruhan sampah yang dihasilkan. Timbulan sampah yang dihasilkan tersebut diangkut dan diproses di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) sampah Jabon, yakni satu-satunya TPA yang masih aktif di Kabupaten Sidoarjo.

Jumlah timbulan sampah yang masuk ke TPA Jabon adalah sebesar 1206,65 m³/hari (DLHK, 2017). Pengelolaan sampah di TPA Jabon dilakukan dengan metode *controlled landfill*. Timbunan sampah di TPA tersebut dapat menghasilkan jejak karbon berupa biogas yang terdiri atas gas metan (CH₄) dan gas karbon dioksida (CO₂) yang mana kedua gas tersebut merupakan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) yang berdampak terhadap pemanasan global (Sunarto dan Purwanto, 2013). Belum ada pengelolaan lingkungan berupa pengolahan lindi maupun pengolahan gas metan di TPA Jabon sehingga dampak negatif terhadap lingkungan akibat aktivitas TPA meningkat.

Menyikapi hal tersebut, Pemerintah Kabupaten Sidoarjo sedang dalam proses melakukan perluasan lahan TPA Jabon. Hal ini dikarenakan area timbunan sampah diperkirakan akan penuh pada akhir tahun 2017 sehingga diperlukan lahan tambahan untuk keberlangsungan pengelolaan sampah di TPA Jabon. Perluasan lahan tersebut harus didukung oleh skenario pengelolaan sampah di TPA sehingga sampah yang besar jumlahnya tersebut dapat dikelola dengan baik sehingga usia TPA menjadi lebih panjang dan dapat mengurangi dampak lingkungan yang dihasilkan. Manajemen persampahan adalah aspek lingkungan yang paling penting dalam hal perlindungan lingkungan dan harus menjadi prioritas utama (Saheri, dkk. 2012). Manajemen persampahan adalah permasalahan

lingkungan yang harus dipertimbangkan secara baik, yakni dari segi aspek teknis, ekonomi terutama lingkungan (Yadav dan Samander, 2014). Oleh karena itu, perlu dilakukannya penelitian terhadap *Life Cycle Assessment* (LCA) terhadap pengelolaan sampah di TPA Jabon, sehingga alternatif pengelolaan sampah di TPA sesuai dan mampu menjawab permasalahan lingkungan. *Life Cycle Assessment* (LCA) secara umum adalah metode untuk menganalisis beban lingkungan di semua tahapan dalam siklus hidup dari produk dimulai dari ekstraksi sumber daya, melalui proses produksi bahan, bagian produk, dan produk itu sendiri, serta penggunaan produk sampai produk itu dibuang (baik penggunaan kembali, daur ulang, atau pembuangan akhir), dengan kata lain *cradle to grave* (Palupi dkk., 2014),

Penelitian ini menganalisis 4 skenario pengelolaan sampah yakni skenario 0 (*controlled landfill*) sebagai skenario kondisi eksisting, dan skenario rencana yakni skenario 1 (daur ulang, pengomposan dan insinerasi), skenario 2 (daur ulang, pengomposan dan *sanitary landfill*) dan skenario 3 (daur ulang, pengomposan, insinerasi dan *sanitary landfill*). Proses perhitungan dan perkiraan dampak lingkungan oleh masing-masing skenario dilakukan dengan menggunakan *software* SimaPro v.8.3. Perbandingan skenario pengelolaan sampah tersebut menghasilkan satu skenario pengelolaan sampah terbaik yang ditinjau dari berbagai aspek sehingga pengelolaan sampah di TPA Jabon sesuai dan bersifat ramah lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh aspek teknis terhadap skenario pengelolaan sampah di TPA Jabon?
2. Bagaimana skenario pengelolaan sampah yang menghasilkan dampak lingkungan paling kecil di TPA Jabon?

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Mengevaluasi aspek teknis dan aspek lingkungan skenario pengelolaan sampah di TPA Jabon.

2. Menentukan skenario pengelolaan sampah yang menghasilkan dampak paling kecil terhadap lingkungan.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini adalah:

1. Kajian dan wilayah studi pada penelitian ini adalah TPA Jabon, Kabupaten Sidoarjo.
2. Pengelolaan sampah di TPA Jabon yang akan dikaji aspek teknis dan aspek lingkungannya.
3. Penelitian laboratorium akan dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknik Lingkungan dan Laboratorium Balai Penelitian Konsultasi Industri (BPKI) Surabaya.
4. Digunakan 4 skenario pengelolaan sampah di TPA Jabon yakni skenario 0 (*controlled landfill*), skenario 1 (daur ulang, pengomposan dan insinerasi), skenario 2 (daur ulang, pengomposan dan *sanitary landfill*) dan skenario 3 (daur ulang, pengomposan, insinerasi dan *sanitary landfill*).
5. Dampak lingkungan akibat pengelolaan sampah yang dikaji adalah asidifikasi, eutrofikasi, Gas Rumah Kaca (GRK), *photochemical oxidation*, *ozone layer depletion*, dan *abiotic depletion*.
6. Analisis data menggunakan metode *Life Cycle Assessment* (LCA).
7. Nilai dampak lingkungan akan dianalisis dengan *software* SimaPro v.8.3 dan metode Environmental Product Declaration (EPD) (2013).

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan rekomendasi skenario pengelolaan sampah yang sesuai dengan memperhatikan aspek teknis dan lingkungan dengan metode LCA.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) sampah merupakan tempat dimana sampah mencapai tahap terakhir dalam pengelolaannya sejak mulai dihasilkan di sumber, pengumpulan, pemindahan / pengangkutan, pengolahan dan pembuangan. TPA merupakan tempat di mana sampah diisolasi secara aman agar tidak menimbulkan gangguan terhadap lingkungan sekitarnya.

Menurut UU No. 18 tahun 2008, Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) adalah tempat untuk memroses dan mengembalikan sampah ke media lingkungan secara aman bagi manusia dan lingkungan. Selain itu di lokasi pemrosesan akhir tidak hanya ada proses penimbunan sampah tetapi juga wajib terdapat 4 (empat) aktivitas utama penanganan sampah di lokasi TPA, yaitu (Litbang PU, 2009):

1. Pemilahan sampah
2. Daur-ulang sampah non-hayati (an-organik)
3. Pengomposan sampah hayati (organik)
4. Pengurugan / penimbunan sampah residu dari proses di atas di lokasi pengurugan atau penimbunan (*landfill*)

2.2 Pengolahan Sampah

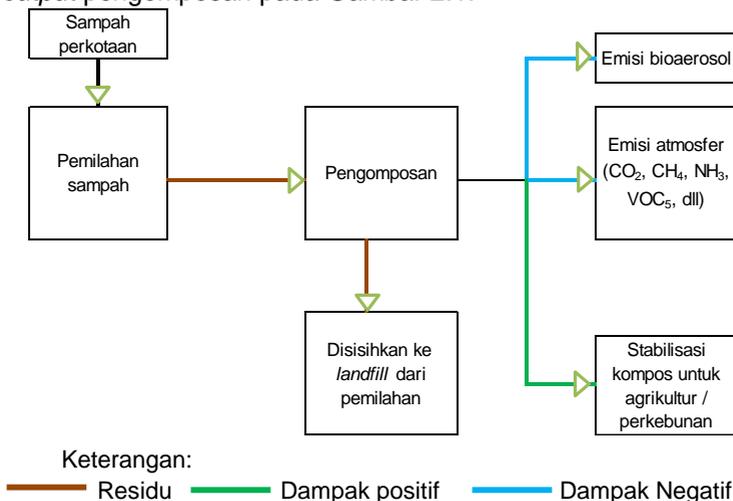
Pengolahan sampah di TPA terdiri atas beberapa jenis, yakni pengomposan, *landfill*, insinerasi dan daur ulang. Beberapa metode pengolahan sampah dijelaskan sebagai berikut.

2.2.1 Pengomposan

Menurut Ali (2014), pengomposan adalah proses biologi dimana mikroorganisme seperti bakteri, fungi, dan organisme lainnya mengubah material organik seperti daun, pupuk, lumpur, kertas, pecahan kaca, sampah makanan, menjadi material seperti tanah yang disebut kompos atau humus. Selama proses pengomposan, mikroba memanfaatkan karbon dari material organik sebagai sumber energi dan untuk sintesis sel mikroba yang baru. Karbon menyediakan baik dinding dan sumber energi

untuk mikroba. Penggunaan kompos memiliki beberapa keuntungan, seperti, pengurangan pupuk, meningkatkan kesuburan tanah, mengurangi risiko lingkungan, memperbesar ruang udara pada tanah sehingga dapat meningkatkan sirkulasi udara dan air, mempertahankan kelembaban tanah, menambahkan nutrisi ke dalam tanah, menstimulasi aktivitas biologis seperti mendorong pertumbuhan akar tanaman, meningkatkan nutrisi dengan cara mencegah nutrisi larut dari tanah.

Faktor utama yang mendukung keberhasilan proses pengomposan adalah suhu, *supply* oksigen, kelembapan, porositas dan rasio C/N. Fasilitas pengomposan hanya akan berjalan dengan baik jika fungsi atau desain mendekati kapasitas maksimum. Berikut ini adalah skema representatif dari *input* dan *output* pengomposan pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Skema Representatif dari *Input* dan *Output* Proses Pengomposan

Sumber: Halkos dkk. (2016)

2.2.2 Penimbunan Sampah

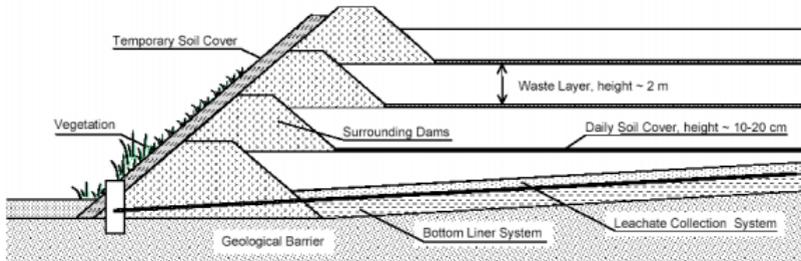
Area penimbunan sampah (*landfill*) adalah area untuk menimbun sampah. Cara ini adalah metode paling tua dari

metode pemrosesan sampah dan metode penimbunan sampah paling umum di banyak tempat di dunia. Ketika sampah dibuang ke *landfill*, sampah dikemas ke dalam bentuk padat dan ditutup untuk menghindari dari rembesan air dan udara (umumnya menggunakan lapisan tanah). Lindi adalah cairan drainase dari *landfill* sebagai kontaminan sampah.

Landfill melibatkan desain teknik, konstruksi, operasi, monitoring dan penutupan. *Landfill* harus memiliki lokasi yang menghasilkan risiko terkecil terhadap lingkungan dan masyarakat (bukan di daerah banjir, daerah tangkapan air minum, dll.) Gas dari *landfill* adalah sumber energi untuk menghasilkan energi listrik. Jumlah gas metan yang dihasilkan oleh *landfill* adalah berkisar 100L/kg. Durasi gas metan dihasilkan berdasarkan komposisi sampah yang ditimbun. Walaupun *landfill* di tutup, kemungkinan air untuk masuk ke dalam timbunan masih ada sehingga dapat menghasilkan lindi. Skema proses *landfill* dapat dilihat pada Gambar 2.2 (Halkos dkk., 2016).

Pada penelitian ini, akan dikaji dua jenis penimbunan sampah yang akan digunakan yakni *controlled landfill* dan *sanitary landfill*. Metode *controlled landfill* merupakan metode perbaikan dari pembuangan secara terbuka. Timbunan sampah pada metode ini secara bertahap ditutup dengan lapisan tanah untuk mengurangi kemungkinan gangguan pencemaran terhadap lingkungan sekitarnya, atau penutupan sampah dengan lapisan tanah dilakukan setelah mencapai tahapan tertentu (misal tumpukan sampah telah penuh).

Sanitary landfill adalah salah satu metode penimbunan sampah yang umum digunakan dalam penimbunan sampah perkotaan. Keuntungan dari metode *sanitary landfill* adalah teknologi, desain, operasional tergolong efisien dan sangat ramah lingkungan dikarenakan bebas dari bau, kotor dan kebocoran. Potongan desain *sanitary landfill* dapat dilihat pada Gambar 2.2 (Gosh dan Syed 2010).



Gambar 2. 2 Penampang Potongan Sanitary Landfill

Sanitary Landfill adalah sistem penimbunan sampah secara sehat dimana sampah dibuang di tempat yang rendah atau parit yang digali untuk menampung sampah, lalu sampah ditimbun dengan tanah yang dilakukan lapis demi lapis sedemikian rupa sehingga sampah tidak berada di alam terbuka. Hal ini untuk mencegah timbulnya bau dan menjadi tempat bersarangnya binatang. Material yang paling baik untuk dijadikan lapisan penutup pada landfill adalah tanah yang agak berpasir atau lumpur yang mengandung batuan kecil. Sedangkan tanah yang mengandung lempung tinggi secara umum jelek untuk dipakai sebagai material penutup (Tchobanoglous dkk., 1993).

2.2.3 Insinerasi

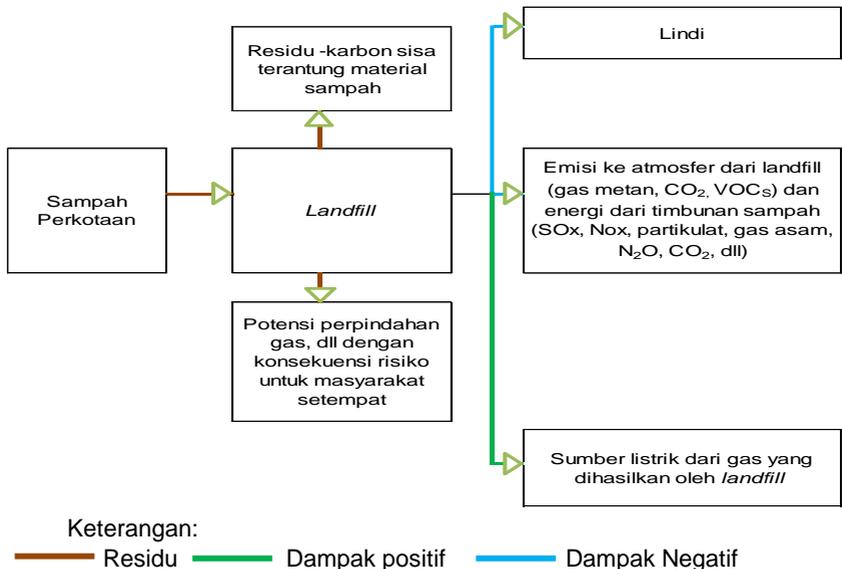
Insinerasi adalah proses pembakaran sampah yang melibatkan pembakaran organik. Insinerasi merupakan pengolahan sampah dengan teknologi termal. Proses ini sesuai untuk limbah dengan kandungan energi yang tinggi, rendah kelembaban dan rendah kandungan abu, seperti kertas, plastik, tekstil, karet, kulit, dan kayu. Insinerasi menghasilkan dua hasil sampingan, yakni *bottom ash* (limbah yang tidak habis terbakar) dan *fly ash* (partikulat tersuspensi). Kedua produk tersebut mengandung zat-zat berbahaya dan membutuhkan pengolahan dengan lebih hati-hati. Insinerasi mereduksi massa sampah hingga 80-85% dan mereduksi volume sampah hingga 95-96%, sehingga kebutuhan akan TPA dapat berkurang secara signifikan (Halkos dkk., 2016)

Sistem insinerasi membutuhkan biaya operasional yang cukup tinggi, namun biaya operasional dapat diganti dari biaya

transportasi yang jauh lebih hemat, *landfill* dan energi yang diperoleh. Insinerasi cocok untuk daerah dengan harga tanah yang tinggi dan biaya transportasi juga mahal. Terdapat enam yang umum digunakan pada sistem insinerasi, yakni:

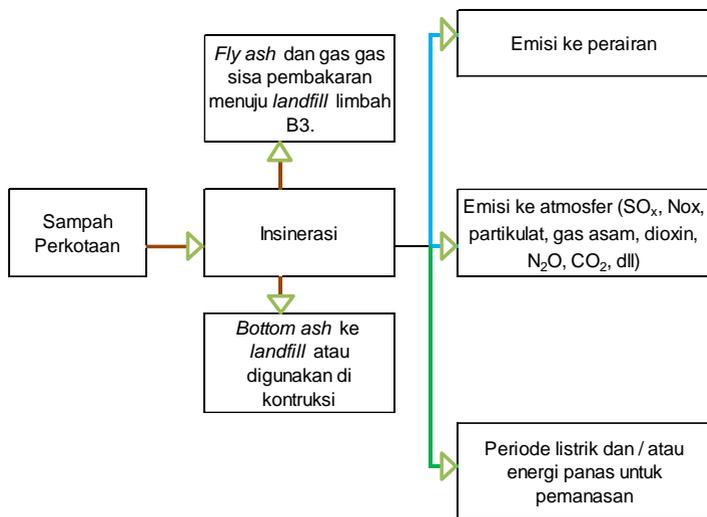
1. *Mass-burn* (untuk sampah yang memiliki massa yang besar);
2. *Modular* (insinerasi kecil untuk sampah spesifik seperti sampah medis);
3. *Refused-derived fuel* (energi dari sampah untuk pembangkit listrik);
4. *Co-incineration* (untuk kombinasi produksi sampah);
5. *Hazardous waste* (bakteri dan virus dihancurkan dengan menggunakan temperatur yang tinggi);
6. *Cement kilns* (sebagai bahan bakar untuk menghasilkan semen).

Berikut ini adalah skema dari *input* dan *output* insinerasi serta ringkasan hasil keluaran proses insinerasi, yakni pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Skema Proses dari *Landfill*

Sumber: Halkos dkk. (2016)



Keterangan:

— Residu — Dampak positif — Dampak Negatif

Gambar 2. 4 Skema Representatif dari Input dan Output Insinerasi

Sumber: Halkos dkk. (2016)

Tabel 2. 1 Hasil Utama dari Insinerasi

Hasil	Jenis	Jumlah Sampah	Keterangan
<i>Bottom Ash</i> (limbah yang tidak habis terbakar)	Residu padat	20-30%	Berpotensi digunakan untuk elemen pengganti atau non- <i>biodegradable</i> , bukan limbah B3 untuk ditimbun
Logam (belerang dan non-belerang)	Membutuhkan pemisahan dari sampah perkotaan atau <i>bottom ash</i>	2-5%	Dijual untuk peleburan
Residu APC (termasuk <i>fly ash</i> , reagen dan air limbah)	Residu padat / cair	2-6%	Limbah beracun untuk ditimbun

Hasil	Jenis	Jumlah Sampah	Keterangan
Emisi ke atmosfer	Gas	Mewakili 70-75%	Produk mudah terbakar

Sumber: Halkos dkk. (2016)

2.2.4 Daur Ulang

Daur ulang adalah untuk mengubah limbah menjadi produk yang baru. Hal ini dapat mengurangi konsumsi akan barang mentah, penggunaan energi, polusi udara (dari insinerasi) dan polusi air (dari TPA) (Han, 2012). Material sampah yang dapat di daur ulang meliputi kertas, kaca, plastik, kayu, aluminium dan besi (Halkos dkk., 2016). Keuntungan daur ulang adalah (US EPA, 2016) :

1. Mengurangi jumlah sampah yang ditimbun di *landfill* dan insinerasi;
2. Memelihara sumber daya alam berupa kayu, air, mineral;
3. Mencegah polusi dengan mengurangi penggunaan bahan mentah;
4. Menyimpan energy;
5. Mengurangi emisi gas rumah kaca yang berkontribusi dalam perubahan iklim;
6. Memperpanjang usia lingkungan di masa depan;
7. Menciptakan lapangan pekerjaan dan industri baru.

Pemilahan sampah yang dapat didaur ulang dapat dilakukan secara manual atau menggunakan mesin.

2.3 Karakteristik Sampah

Sampah yang masuk ke TPA memiliki karakteristik yakni karakteristik fisik dan karakteristik kimia.

2.3.1 Karakteristik Fisik Sampah

Karakteristik fisik sampah yang paling penting adalah berat spesifik, kelembapan, ukuran partikel dan distribusi ukuran, *field capacity* dan porositas sampah dipadatkan.

- a. Berat spesifik
Berat spesifik didefinisikan sebagai material per unit volume. Dikarenakan berat spesifik dari sampah

perkotaan telah dinilai sebagai kehilangan, seperti yang dapat ditemukan di dalam kontainer dan tidak terkompaksi. Berat spesifik umumnya digunakan untuk menilai total massa dan volume dari sampah yang harus di kelola.

- b. Kelembaban
Kelembapan dari sampah padat umumnya diwujudkan dengan satu atau dua cara, dengan metode pengukuran sampah basah (kelembapan didapatkan dari berat basah suatu material) dan metode perhitungan berat kering (kelembapan didapatkan dari berat kering material).
- c. Ukuran partikel dan distribusi ukuran
Ukuran partikel dan distribusi ukuran adalah komponen dari sampah padat yang dibutuhkan untuk menentukan materi *recovery*, khususnya dengan menggunakan mekanik seperti pemisah mekanik.
- d. *Field capacity*
Field capacity dari sampah padat adalah total dari kelembapan yang dapat ditahan dengan sampel sampah yang turun akibat gravitasi. *Field capacity* dari material sampah bersifat sangat penting di dalam menentukan pembentukan lindi.
- e. Porositas sampah dipadatkan
Konduktivitas hidrolik dari sampah dipadatkan adalah komponen fisik yang penting, untuk perluasan, penentuan perpindahan cairan dan gas di *landfill*.
(Tchobanoglous dkk., 1993)

2.3.2 Karakteristik Kimia Sampah

Komposisi kimia sampah dari komponen sampah perkotaan sangat penting untuk mengevaluasi proses alternatif dan pilihan *recovery*. Sebagai contoh, kemungkinan pembakaran tergantung dari komposisi kimia dari sampah tersebut. Umumnya, sampah dapat dibedakan menjadi sampah dapat terbakar dan sampah tidak dapat terbakar. Jika sampah akan digunakan sebagai bahan bakar, terdapat empat hal penting yang harus diketahui yakni (Tchobanoglous dkk., 1993):

1. *Proximate analysis*
2. *Fusing point of ash*

3. *Ultimate Analysis* (elemen utama)
4. *Energy content*

2.3.2.1 Analisis Proximat

Analisis Proximat untuk sampah yang dapat terbakar dari komponen sampah perkotaan yakni untuk menganalisis:

1. Kelembapan (kehilangan kelembapan pada saat dipanaskan dengan suhu 105°C dalam 1 jam);
2. Zat mudah menguap (penambahan kehilangan berat pada pembakaran 950°C dengan menggunakan alat peleburan);
3. *Fixed carbon* (sisa hasil pembakaran setelah zat mudah menguap telah hilang);
4. Abu (berat dari sisa pembakaran setelah pembakaran selesai dilakukan).

2.3.2.2 Titik Peleburan

Fusing Point of Ash didefinisikan sebagai temperatur yang mana abu dihasilkan dari pembakaran sampah akan membentuk padatan dengan peleburan dan gumpalan. Temperatur pembakaran untuk membentuk leburan dari sampah bekisar 2000 hingga 2200°F (1100 hingga 1200°C).

2.3.2.3 Analisis Ultimat

Analisis ultimat dari komponen sampah umumnya digunakan untuk menentukan kadar C (Karbon), O (Oksigen), N (Nitrogen), S (Sulfur), dan abu. Dikarenakan fokus terhadap emisi dari komposisi terklorinasi selama proses pembakaran, penentuan halogen umumnya terasuk ke dalam *ultimate analysis*. Hasil dari *ultimate analysis* digunakan untuk mengkarakterisasi komposisi kimia dari partikel organik sampah perkotaan.

2.3.2.4 Kandungan Energi

Kandungan energi dari komponen organik dari sampah perkotaan dapat ditentukan dengan menggunakan:

1. *Full scale boiler* sebagai *calorimeter*;
2. Menggunakan *bomb calorimeter*;
3. Dengan perhitungan, jika elemen komposisi diketahui.

Dikarenakan tingkat kesulitan menggunakan instrumen *full scale boiler*, hampir seluruh data dari *energy content* dari

komponen sampah perkotaan diketahui dengan tes *bomb calorimeter* (Tchobanoglous dkk., 1993). Karakteristik fisik dan kimia secara umum, dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Karakteristik Fisik dan Kimia Sampah Umum

Jenis sampah	<i>Kelembaban</i>	Energi yang diterima	Energi untuk Berat Kering	Karbon	Sulphur	Abu
	%	MJ/kg	MJ/kg	% berat kering	% berat kering	% berat kering
Makanan	70	4,2	13,9	48	0,4	5
Majalah	4	12	12,7	33	0,1	23
Kertas tercampur	10	16	17,6	43	0,2	6
Plastik tercampur	0,2	33	33,4	60	<0,1	10
Tekstil	10	19	20,5	48	0,2	3
Karet	1	25	25,6	70	1,6	20
Kulit	10	17	18,7	60	0,4	10
Sampah perkebunan	60	6	15,1	46	0,3	6
Kayu campuran	20	15	19,3	50	<0,1	1,5
Kaca	2	0,2	0,2	0,5	<0,1	99
Logam	4	0,6	0,7	4,5	<0,1	91

2.5 Life Cycle Assessment (LCA)

Life Cycle Assessment (LCA) adalah metode untuk menganalisis beban atau dampak lingkungan di semua tahapan dalam suatu siklus hidup suatu sumber daya, baik dari proses awal ekstraksi hingga tidak dapat digunakan kembali (dibuang) (Palupi dkk., 2014). Tahap pertama pada LCA adalah menyusun dan menginventarisasi masukan dan keluaran yang berhubungan dengan produk yang akan dihasilkan. Kemudian

melakukan evaluasi terhadap potensi dampak lingkungan yang berhubungan dengan masukan atau keluaran dari produk tersebut; serta menginterpretasikan hasil analisis dan penafsiran dampak dari setiap tahapan yang berhubungan dengan objek studi. LCA dapat memberikan informasi dampak lingkungan dari siklus produk, dari ekstraksi bahan mentah, proses produksi, penggunaan produk dan *waste* dari produk yang dihasilkan dari sebuah kegiatan produksi.

Life Cycle Assessment (LCA) lingkungan adalah sebuah alat dalam untuk melakukan analisis. LCA menganalisis aspek lingkungan dan dampak yang berpotensi terhadap keseluruhan siklus suatu “produk” dari bahan mentah hingga produksi, penggunaan hingga pembuangan akhir. Arti LCA dalam kalimat “produk” dalam konteks ini adalah sistem pelayanan, yakni sistem pengelolaan sampah (Banar dkk., 2009).

Dalam penelitian ini, akan dilakukan kajian terhadap skenario pengelolaan sampah yang diusulkan untuk pengelolaan sampah di TPA Jabon. Skenario pengelolaan sampah inilah yang disebut dengan LCA dalam penelitian ini.

2.5.1 Langkah-Langkah *Life Cycle Assessment (LCA)*

Empat fase dalam konsep LCA adalah sebagai berikut (Hermawan, 2013):

1. Penentuan tujuan dan batasan penelitian

Fase ini bertujuan untuk memformulasikan dan mendeskripsikan tujuan, sistem yang akan dievaluasi, batasan-batasan, dan asumsi-asumsi yang berhubungan dengan dampak di sepanjang siklus hidup dari sistem yang sedang dievaluasi. Tujuan dan batas penelitian dengan LCA dijelaskan dengan beberapa keterangan seperti:

- Alasan menggunakan metode LCA;
- Definisi yang tepat terhadap produk yang dimaksud;
- Deskripsi dari batasan (*boundary*) penelitian;

Tujuan dan batasan penelitian adalah untuk memastikan bahwa penelitian yang dilakukan mendapatkan hasil yang bersifat konsisten.

2. Inventarisasi data

LCI mencakup pengumpulan data dan perhitungan *input* dan *output* ke lingkungan dari sistem yang sedang dievaluasi. Fungsinya adalah menginventarisasi penggunaan sumber daya, penggunaan energi dan pelepasan ke lingkungan terkait dengan sistem yang sedang dievaluasi.

Proses LCI membutuhkan data-data penting yang dijadikan dasar dalam proses keakuratan data, sehingga data yang dikumpulkan harus lengkap dan berasal dari sumber yang tepat. Proses LCI di dalam *software* SimaPro v.8.3, data-data umum di dalam *database* SimaPro telah tersedia, namun tidak semua ada sesuai kebutuhan sehingga data-data yang belum lengkap dapat dilengkapi oleh peneliti.

3. Perkiraan dampak

Dampak lingkungan potensial yang signifikan dari proses / produk berdasarkan hasil LCI dievaluasi menggunakan *impact assessment*. Fase ini bertujuan untuk mengelompokkan dan menilai dampak lingkungan yang signifikan.

Dalam proses perkiraan dampak lingkungan, maka metode yang digunakan akan dipilih sesuai dengan penelitian yang dilakukan. Pada penelitian ini adalah *Environmental Product Declaration* (EPD) tahun 2013. Metode ini tersedia di dalam *software* SimaPro v.8.3. Pengembangan metode *environmental product declarations* (EPDs) telah menjadi metode utama pada studi LCA. Pernyataan (*declaration*) umumnya terdiri atas beberapa kategori dampak. Pada umumnya, dampak lingkungan yang dihasilkan dengan metode EPD ini terbatas yakni (Goedkoop, M dkk., 2016):

1. Sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui;
2. Sumber daya alam yang dapat diperbaharui;
3. Pemanasan Global;
4. Asidifikasi
5. Penipisan lapisan ozon;
6. *Photochemical oxidant formation*;
7. Eutrofikasi.

Beberapa tahapan dalam penentuan nilai dampak lingkungan yang dihasilkan ke dalam bentuk angka, beberapa tahapan yang dilakukan adalah:

- *Classification and characterization*

Classification adalah langkah mengidentifikasi dan mengelompokkan substansi yang berasal dari LCI kedalam kategori *impact* yang heterogen yang telah ditentukan sebelumnya. *Characterization* merupakan penilaian besarnya substansi yang berkontribusi pada kategori *impact*. Nilai kontribusi relatif dari substansi dapat diketahui dengan mengalikan substansi yang berkontribusi pada kategori *impact* dengan *characterization factors*.

- *Normalization*
Normalization adalah prosedur yang diperlukan untuk menunjukkan kontribusi relatif dari semua kategori *impact* pada seluruh masalah lingkungan di suatu daerah dan dimaksudkan untuk menciptakan satuan yang seragam untuk semua kategori *impact*. Nilai *normalization* dapat diketahui dengan mengalikan nilai *characterization* dengan nilai “normal”, sehingga semua *impact category* sudah memakai unit yang sama dan bisa dibandingkan.
- *Weighting*
Weighting didapatkan dengan mengalikan kategori *impact* dengan *weighting factor* dan ditambahkan untuk mendapatkan nilai total.
- *Single score*
Single score digunakan untuk mengklasifikasikan nilai kategori *impact* berdasarkan aktivitas atau proses. Dari nilai *single score* akan terlihat aktivitas mana yang berkontribusi terhadap dampak lingkungan.

4. Interpretasi

Tahapan terakhir dari metode LCA adalah interpretasi data. Hasil dari ketiga tahapan sebelumnya, kemudian diambil kesimpulan akhir. Kombinasi hasil-hasil dari *life-cycle inventory* dan *life-cycle impact assessment* digunakan untuk menginterpretasikan, menarik kesimpulan dan rekomendasi yang konsisten dengan *goal and scope* yang telah diidentifikasi sebelumnya.

2.5.2 Dampak Pengelolaan Sampah Terhadap Lingkungan

Skenario pengelolaan sampah yang direncanakan memiliki dampak terhadap lingkungan. Kategori dampak yang akan dikaji

terhadap pengelolaan sampah di TPA Jabon adalah asidifikasi, eutrofikasi, Gas Rumah Kaca (GRK), *photochemical oxidation*, *ozone layer depletion*, dan *abiotic depletion*.

1. Dampak Gas Rumah Kaca (GRK)

Gas Rumah Kaca (GRK) adalah gas yang terkandung di atmosfer, baik secara alami maupun akibat dari aktivitas manusia yang memancarkan radiasi infra merah. Aktivitas manusia pada abad ini telah meningkatkan konsentrasi GRK di udara. Jenis GRK yang terdapat di atmosfer yang menyebabkan perubahan iklim adalah CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆, dan tambahan gas-gas seperti NF₃, SF₅, CF₃, C₄F₉OC₂H₅, CHF₂OCF₂OC₂F₄OCHF₂, CHF₂OCF₂OC₂F₄OCHF₂, dan senyawa halocarbon yang tidak termasuk Protokol montreal yakni CF₃I, CH₂Br₂, CHCl₃, CH₃Cl, CH₂Cl₂. Namun senyawa utama GRK adalah CO₂, CH₄, dan N₂O. Aktivitas pengelolaan sampah dapat menghasilkan emisi GRK yang berbeda-beda. Metode penimbunan sampah di TPA dapat menghasilkan berton-ton gas metan (CH₄) dan aktivitas pengomposan dapat menghasilkan CH₄ dan N₂O. Hasil emisi GRK ekuivalen dengan basis CO₂ eq thn⁻¹ (Kiswandayani dkk., 2016).

2. Dampak Asidifikasi

Asidifikasi adalah proses peningkatan keasaman pada sistem air dan tanah. Polutan asidifikasi adalah SO₂, NO_x, HCl, dan NH₃. Polutan asidifikasi memiliki kemiripan yaitu membentuk ion H⁺. Polutan yang berpotensi meningkatkan keasaman dapat diukur kapasitas pembentuk ion H⁺ (Banar dkk., 2009).

3. Dampak Eutrofikasi

Eutrofikasi dapat terjadi secara alami pada beberapa ekosistem air tawar. Namun, ketika terdapat peningkatan nutrisi akibat aktivitas manusia, eutrofikasi akan menjadi masalah polusi di perairan. Akibat aktivitas penimbunan sampah, nutrisi Nitrogen (N) dan Fosfor (P) dapat dihasilkan sehingga dalam keadaan berlebih dapat mengakibatkan eutrofikasi (Banar dkk., 2009).

Eutrofikasi merupakan kondisi perairan mengalami peningkatan fitoplankton dengan ditandai oleh tumbuhnya tumbuhan air (*blooming algae*) akibat peningkatan kadar organik (Simbolon, 2016). Dengan adanya aktivitas pengelolaan sampah

di TPA, kandungan organik dari sampah kemungkinan besar dapat masuk ke perairan sehingga dampak eutrofikasi dapat terjadi pada perairan sekitar TPA.

Proses penimbunan sampah menghasilkan lindi yang mengandung nutrisi Fosfor (P) dan Nitrogen (N). Senyawa N sangat mudah untuk diserap oleh tanah. Konsentrasi N dalam bentuk nitrat di dalam tanah dapat masuk ke perairan di sekitar area TPA sehingga menyebabkan kesehatan manusia yang mengkonsumsi air tersebut.

4. Dampak Oksidasi Fotokimia

Photochemical Oxidation (oksidasi fotokimia) adalah suatu reaksi kimia yang menyebabkan perubahan struktur pelepasan elektron yang disebabkan oleh cahaya. Contoh umum penyebab polusi *photochemical oxidation* adalah hidrokarbon dan NO_x yang bereaksi dibawah pengaruh sinar UV.

5. Dampak Penipisan Lapisan Ozon

Lapisan ozon memiliki fungsi penting yakni menyerap radiasi sinar UV-B (cahaya dengan panjang gelombang <310 nm). Penipisan lapisan ozon dapat menyebabkan kerusakan terhadap makhluk hidup yang tidak mampu bertahan terhadap dampak tersebut. Analisis *ozone layer depletion* atau penipisan lapisan ozon telah dilakukan sejak tahun 1970. Perubahan komposisi kimia, seperti *chlorine* dan *bromine*, mempengaruhi perubahan lapisan ozon. Penipisan lapisan ozon ini menyebabkan dampak terhadap perubahan iklim (Haris, N.R.P, 2015).

Pada proses penimbunan sampah, terdapat jenis sampah yang menghasilkan senyawa CFC (*Chlorofluorocarbon*) akan bereaksi dengan ozon (O_3), sehingga hasil reaksi ini akan membentuk molekul-molekul baru seperti O_2 , O, CO_2 , CO, dan lain-lain. Jika O_3 telah terpecah, maka fungsinya untuk menyaring radiasi matahari akan hilang.

6. Dampak Penurunan Abiotik

Penurunan abiotik (*abiotic depletion*) adalah dampak yang paling banyak dihasilkan pada kajian *life cycle assessment*. Dampak *abiotic depletion* dihasilkan dari beberapa sumber tergantung dari kategori yang sedang dibahas, namun pada umumnya dikaitkan dengan konsumsi dari sumber daya alam. Dampak *abiotic depletion* sangat kuat disebabkan oleh

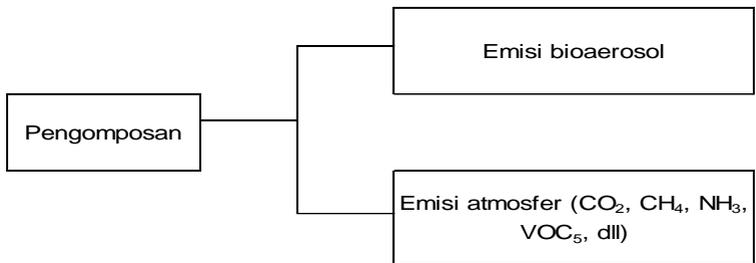
penggunaan energi listrik. Penurunan (*depletion*) merupakan proses yang terjadi dalam jangka waktu yang lama. Penurunan sumber daya abiotik terjadi pada lebih dari satu dampak. Salah satu sumber abiotik yang tercemar akibat aktivitas pengelolaan sampah adalah udara dan air sungai (Pikon, K., 2012).

2.5.2 Penerapan *Life Cycle Assessment* (LCA)

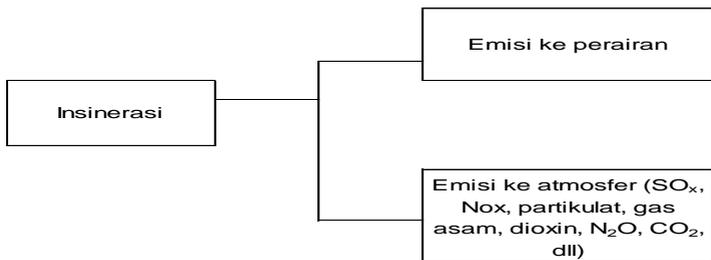
Dalam penerapan LCA, digunakan *software* SimaPro untuk menganalisis dampak lingkungan dari suatu proses. *Software* SimaPro memperkenankan untuk mengumpulkan, menganalisis, dan memonitor kondisi keberlanjutan suatu barang dan jasa. Hal ini memudahkan untuk memodelkan dan menganalisis siklus hidup yang kompleks dalam suatu sistematis dan transparansi, ukuran dampak lingkungan dari sebuah produk.

Penerapan LCA pada penelitian ini adalah dikhususkan untuk skenario pengelolaan sampah. Masing-masing pengelolaan sampah yang digunakan, menghasilkan emisi lingkungan yakni:

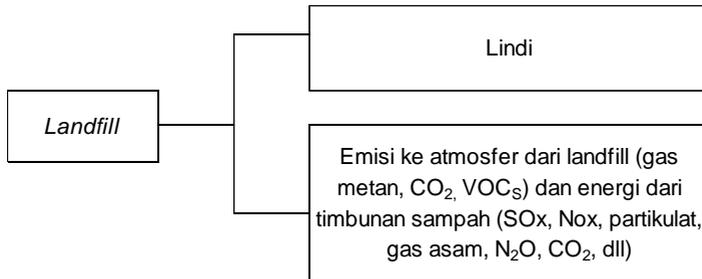
a. Pengomposan



b. Insinerasi



c. Penimbunan

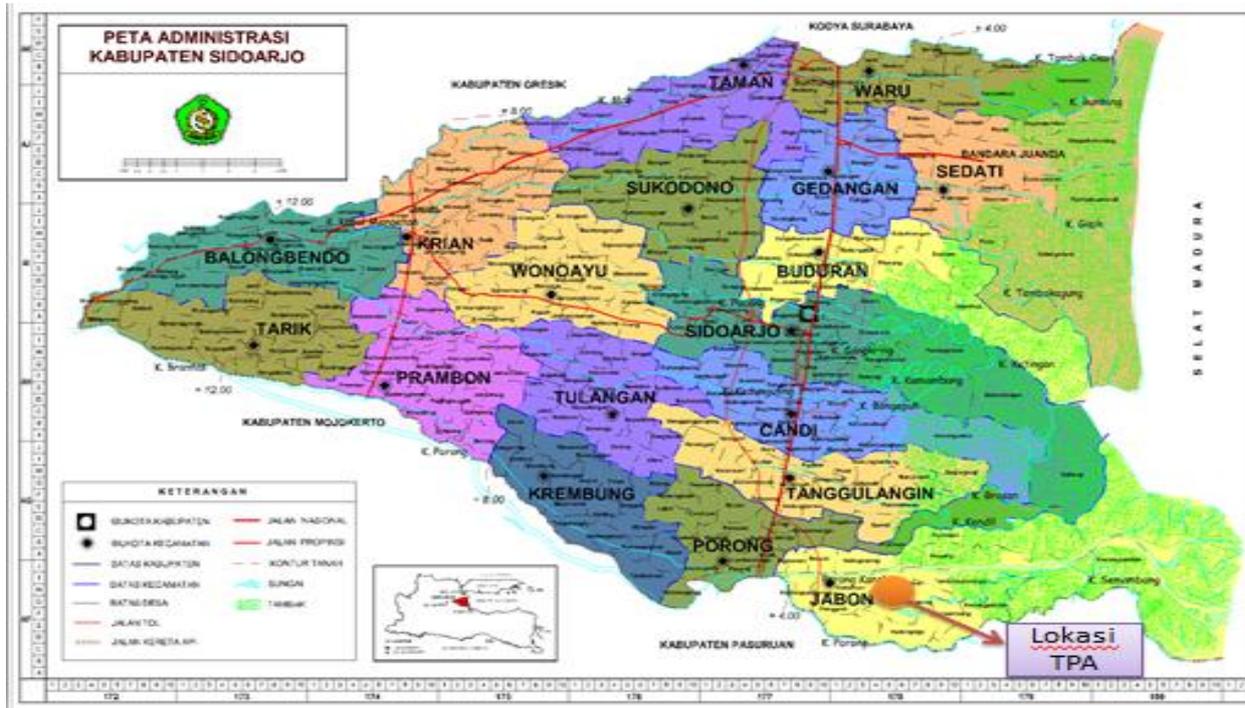


2.6 Gambaran Umum Wilayah Penelitian

Daerah penelitian yang digunakan adalah Tempat Pemrosesan Akhir Sampah (TPA) Jabon di Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. TPA tersebut terdapat di kecamatan Jabon. TPA Jabon telah beroperasi sejak tahun 2005. Saat ini pengelolaan sampah di TPA Jabon dilakukan secara *controlled landfill* yang memiliki luas area eksisting 8,5 Ha. Namun, TPA Jabon sedang dalam proses perluasan area TPA dan dalam perencanaannya akan menggunakan sistem *sanitary landfill*.



Gambar 2. 5 Sistem *controlled landfill* TPA Jabon



Gambar 2. 6 Lokasi TPA Jabon di Kecamatan Jabon, Kabupaten Sidoarjo

BAB III METODE PENELITIAN

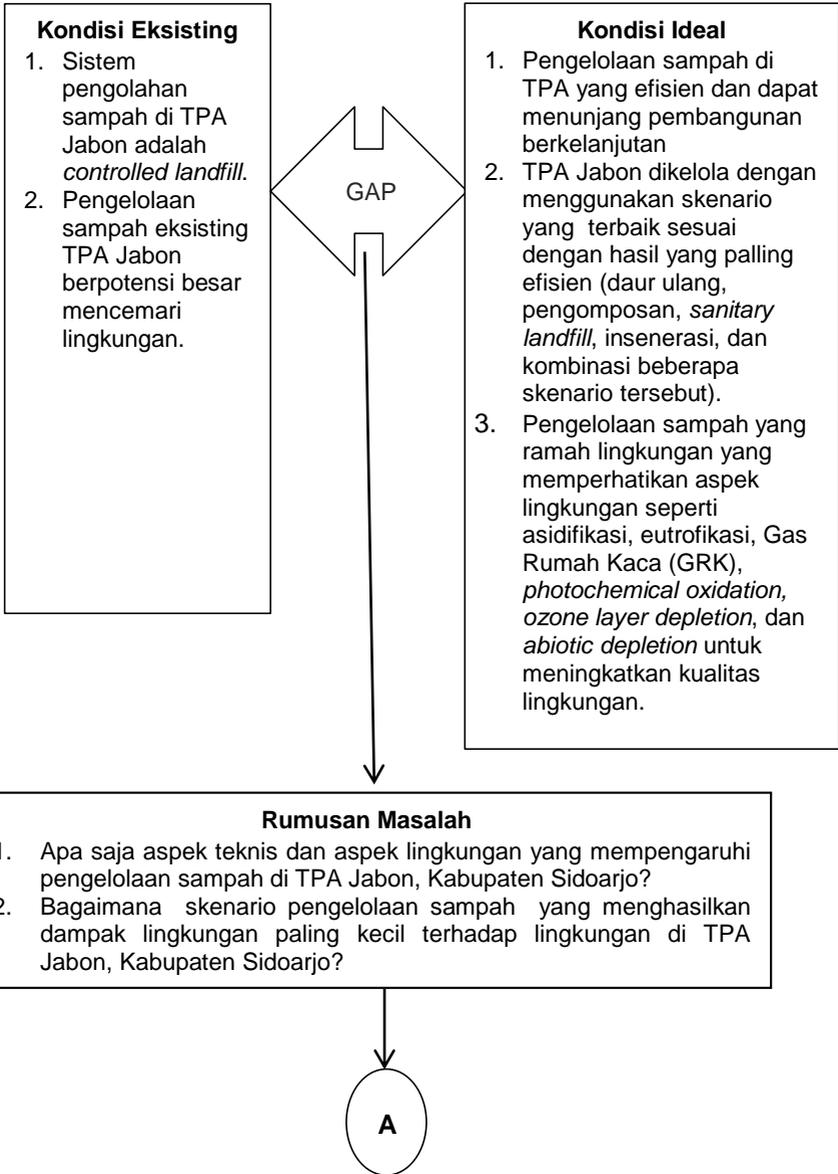
3.1 Umum

Metode penelitian adalah inti dari suatu penelitian dan menjadi penentu hasil dari penelitian yang akan dilakukan. Penyusunan metode penelitian bertujuan untuk mendapatkan hasil studi yang sistematis dan sesuai dengan prosedur yang berlaku. Metode penelitian yang baik, disusun secara sistematis dan terstruktur sehingga menghasilkan hasil penelitian yang akurat. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi aspek teknis dan aspek lingkungan terhadap pengelolaan sampah di TPA Jabon serta menentukan skenario pengelolaan sampah yang menghasilkan dampak lingkungan paling kecil di TPA Jabon.

3.2 Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian merupakan acuan dalam melaksanakan penelitian, yang disusun berdasarkan pemikiran akan adanya permasalahan dalam ide sehingga mencapai tujuan penelitian. Rangkaian penelitian dari tahap awal sampai hasil yang diharapkan digambarkan pada Gambar 3.1.

Pengelolaan sampah di TPA Jabon masih bersifat *controlled landfill*. Pengelolaan sampah tersebut tentu saja dapat memberikan dampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena hal tersebut, di dalam penelitian ini, akan dibandingkan skenario pengelolaan sampah yang akan menghasilkan emisi lingkungan terkecil. Skenario pengelolaan sampah yang akan digunakan pada penelitian ini ada empat skenario pengelolaan sampah yakni terdiri dari skenario 0 (*controlled landfill*), skenario 1 (daur ulang, pengomposan dan insinerasi), skenario 2 (daur ulang, pengomposan dan *sanitary landfill*) dan skenario 3 (daur ulang, pengomposan, insinerasi dan *sanitary landfill*).



A

Tujuan Penelitian

1. Mengevaluasi aspek teknis dan aspek lingkungan skenario pengelolaan sampah di TPA Jabon, Kabupaten Sidoarjo.
2. Menentukan skenario pengelolaan sampah yang menghasilkan dampak lingkungan paling kecil terhadap lingkungan.

Studi Literatur dan Permodelan

Literatur yang menunjang penelitian, dasar teori dan analisis data.

Pengumpulan Data

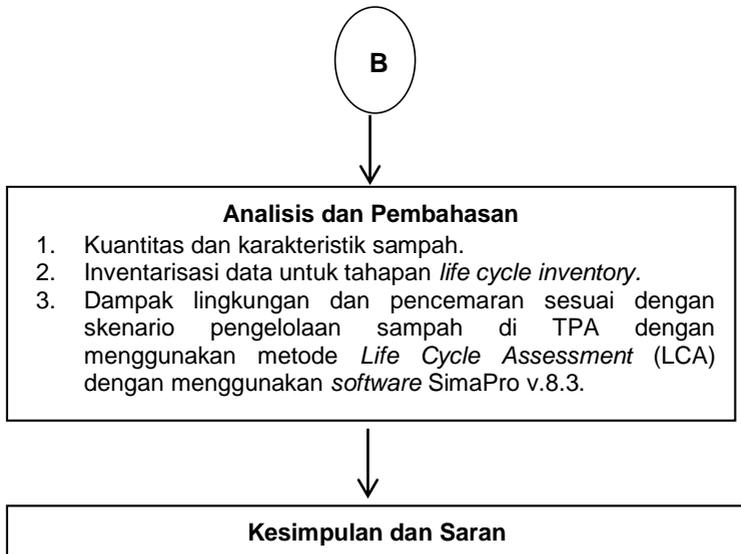
Pengumpulan Data Sekunder

1. Data jumlah penduduk Kabupaten Sidoarjo minimal 5 tahun terakhir.
2. Peta dan batas-batas wilayah studi (TPA Jabon).
3. Kondisi Pengelolaan sampah di TPA dalam 5 tahun terakhir.
4. Sarana dan prasarana yang mendukung skenario pengelolaan sampah.

Pengumpulan Data Primer

1. Data kuantitas dan komposisi sampah di TPA selama 8 hari berturut-turut.
2. Data timbulan sampah yang masuk ke TPA.
3. Data kuantitas sampah masuk ke TPA Jabon tahun 2017 dan proyeksi (10 tahun) tahun 2027.
4. Karakteristik sampah berdasarkan *proximate analysis* dan *ultimate analysis*.
5. Perhitungan *life cycle inventory* tiap skenario sebagai input SimaPro.

B



Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian

3.3 Studi Literatur

Untuk mendukung penelitian ini, digunakan literatur sebagai landasan teori sebagai pedoman dan dasar penelitian. Sumber literatur yang digunakan dalam penelitian ini meliputi jurnal ilmiah, buku-buku teks, artikel, dan semua informasi yang mendukung penelitian ini.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan berbagai tahapan, yakni pengumpulan data primer, data sekunder, analisis laboratorium, evaluasi aspek teknis dan aspek lingkungan serta pengolahan data *life cycle inventory* dengan menggunakan *software SimaPro v.8.3*. Tahapan selanjutnya adalah analisis data dan pembahasan serta tahapan penarikan kesimpulan.

3.4.1 Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder yang akan dikumpulkan untuk penelitian ini adalah data jumlah penduduk Kabupaten Sidoarjo 5 tahun

terakhir, peta dan batas-batas wilayah studi (TPA Jabon), kondisi pengelolaan sampah di TPA Jabon dalam 5 tahun terakhir serta sarana dan prasarana yang terdapat di TPA Jabon. Seluruh data sekunder yang dibutuhkan diperoleh dari Dinas terkait seperti Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan (DLHK) Kabupaten Sidoarjo, Badan Pusat Statistik, dan lain sebagainya serta literatur terkait seperti jurnal.

3.4.2 Pengumpulan Data Primer

Data Primer yang dibutuhkan dapat meliputi beberapa hal berikut:

1. Data timbulan sampah

Timbulan sampah di TPA Jabon akan dihitung dengan menggunakan metode *load-count analysis*. Menurut Tchobanoglous dkk. (1993), salah satu metode yang dapat digunakan untuk memperkirakan jumlah kuantitas sampah adalah *load-count analysis*. Pada metode ini, jumlah muatan dan hubungan karakteristik sampah (jenis sampah, perkiraan volume) di catat dengan waktu yang bersifat spesifik. Dengan menggunakan metode ini, jumlah truk yang masuk ke TPA Jabon, akan dicatat seluruhnya yang kemudian hasilnya akan dikalikan dengan volume masing-masing truk pengangkut sampah. Pengamatan akan dilakukan selama 8 hari berturut-turut yakni pada tanggal 1 Maret hingga 8 Maret 2017.

2. Komposisi sampah di TPA Jabon.

Pengambilan sampel berdasarkan SNI 19-3964-1995 mengenai "Metoda Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan Sampah Perkotaan". Sampah yang dibutuhkan dalam sekali sampling adalah sebesar 100 kg. Metode pengambilan sampel dilakukan secara representatif terhadap kawasan wilayah Kabupaten Sidoarjo. Kabupaten Sidoarjo memiliki 4 kawasan wilayah yakni Sidoarjo barat, timur,

utara dan selatan. Sampah di ambil secara spesifik dari truk pengangkut yang membawa sampah dari daerah yang spesifik sehingga tidak bercampur dengan sampah yang berasal dari daerah yang berbeda. Sampah yang berasal dari masing-masing wilayah diukur sebanyak masing-masing dua kali untuk

mendapatkan hasil yang representatif. Pengambilan sampel dilakukan di atas truk secara langsung pada saat truk dalam kondisi *unloading*. Sampah diambil dengan metode perempatan (*quarterly method*), yaitu mengaduk sampah di truk hingga rata tidak hanya dibagian permukaan namun hingga bagian bawah truk sampah, oleh karena itu, dalam pemilihan truk sampah, dipilih truk sampah yang mengangkut sampah dalam kondisi tidak terlalu penuh atau *overload* dan tidak padat sehingga dalam pengadukan dan pemerataan sampah dapat dilakukan dengan baik sehingga sampah yang akan diambil menjadi representatif. Kemudian dibagi menjadi 4 bagian, dan diambil secara rata dari masing-masing bagian hingga mencapai 100 kg. Kemudian sampah dipilah berdasarkan komposisinya dan ditimbang masing-masing berat sesuai jenisnya per wilayah kemudian didapatkan rata-ratanya. Selanjutnya sampah dipilah berdasarkan komposisi sampah, yakni :

1. Plastik: HDPE, LDPE, PET, PS sterofoam, PP bag, lain-lain;
2. Dapat dikomposkan: sisa makanan/karak, sampah kebun/taman;
3. Kertas;
4. Karton;
5. Besi;
6. Kaca;
7. Kain;
8. Karet;
9. Diapers;
10. Limbah B3;
11. Lain-lain.

Selanjutnya masing-masing komposisi sampah yang telah dipilah di timbang. Presentase masing-masing komposisi sampah dapat dihitung dengan rumus:

$$\% \text{Jenis sampah} = \frac{\text{berat sampah tiap jenis (kg)}}{\text{berat total sampah (kg)}} \times 100\%$$

Data kuantitas sampah masing-masing komposisi sampah pada tahun 2017 (eksisting) dan 2027 (proyeksi) digunakan sebagai data inventarisasi di dalam metode LCA. Untuk mendapatkan jumlah timbulan sampah hingga tahun 2027, maka akan dilakukan proyeksi timbulan sampah dengan proyeksi penduduk.

Proyeksi jumlah penduduk dapat dihitung dengan menggunakan metode (Tipka, 2011) :

a. Metode Aritmatika

Rumus yang digunakan:

$$P_t = P_o (1 + r(t)) \dots \dots \dots (3.1)$$

Dimana :

- P_t = Jumlah penduduk tahun t
- P_o = Jumlah penduduk tahun dasar
- r = Angka pertumbuhan penduduk
- t = Waktu

b. Metode Geometri

$$P_t = P_o (1+r)^t \dots \dots \dots (3.2)$$

Dimana :

- P_t = Jumlah penduduk tahun t
- P_o = Jumlah penduduk tahun dasar
- r = Angka pertumbuhan penduduk
- t = Waktu

c. Metode *Least Square*

$$P_n = a + bN \dots \dots \dots (3.3)$$

Dimana:

- P_t = Jumlah penduduk tahun t
- N = Selisih tahun proyeksi

Metode di atas dapat disesuaikan dengan kecenderungan pertumbuhan penduduk Kabupaten Sidoarjo.

3. Karakteristik sampah

Karakteristik sampah akan dianalisis dengan analisis proximat dan ultimat. Analisis proximat untuk mengetahui kadar air sampah (berat kering), *volatile solid* sampah, kandungan abu, dan *fixed carbon*, dan nilai kalor. Analisis ultimat untuk mengetahui kadar C, H, O dan N di dalam sampah. Sampel yang diuji terdiri dari sampel sampah organik *biowaste*, sampah organik *non-biowaste*, sampah organik *bio+non biowaste* dan sampah tercampur (organik dan anorganik).

4. Densitas sampah

Analisis densitas sampah pada TPA Jabon menggunakan pengukuran dengan kotak densitas 500 L dan 40 L. sampah yang telah terpilah masing-masing diukur dengan kotak

densitas 40 L, kemudian dihentakkan dengan mengangkat kotak tersebut setinggi 20 cm, lalu dijatuhkan ke tanah sebanyak 3 kali. Masing-masing volume dari tiap komposisi di catat. Kemudian sampah yang telah terpilah, dicampurkan kembali dan dimasukkan ke dalam kotak densitas 500 L dan diperlakukan hal yang sama yakni dihentakkan sebanyak 3 kali dan dicatat jumlah volume sampah. Untuk menghitung densitas sampah, maka digunakan rumus:

$$\rho \text{ (densitas)} = \frac{\text{massa (kg)}}{\text{volume (m}^3\text{)}}$$

Tabel 3. 1 Data Sekunder dan Data Primer

Data Sekunder	Data Primer
1. Data jumlah penduduk Kabupaten Sidoarjo minimal 5 tahun terakhir.	1. Data kuantitas dan komposisi sampah di TPA selama 8 hari berturut-turut.
2. Peta dan batas-batas wilayah studi (TPA Jabon).	2. Data timbulan sampah yang masuk ke TPA.
3. Kondisi Pengelolaan sampah di TPA dalam 5 tahun terakhir.	3. Data kuantitas sampah masuk ke TPA Jabon tahun 2017 dan proyeksi (10 tahun) tahun 2027.
4. Sarana dan prasarana yang mendukung skenario pengelolaan sampah.	4. Karakteristik sampah berdasarkan proximate analysis dan ultimate analysis.
	5. Perhitungan <i>life cycle inventory</i> tiap skenario sebagai input SimaPro.

3.4.3 Analisis Laboratorium

Analisis laboratorium dilakukan untuk mengetahui karakteristik sampah yang ada di TPA Jabon. Analisis yang dilakukan di laboratorium adalah *proximate analysis* dan *ultimate analysis*. Karakteristik sampah dianalisis dengan *proximate* dan *ultimate analysis*. *Proximate analysis* digunakan untuk mengetahui kadar air sampah (berat kering), volatile solid

sampah, dan nilai kalor sampah. *Ultimate analysis* digunakan untuk mengetahui kadar C, H, O, dan N di dalam sampah.

3.4.4 Evaluasi Aspek Teknis dan Aspek Lingkungan

Aspek teknis dan aspek lingkungan yang dibutuhkan untuk dievaluasi dijabakan pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Aspek Teknis dan Aspek Lingkungan

No	Aspek Teknis	Aspek Lingkungan
1	Kajian Karakteristik Sampah	Gas Rumah Kaca (GRK)
2	Proses Pengelolaan Sampah	Asidifikasi
3	Sarana Pra-sarana	Eutrofikasi
4		<i>Photochemical oxidation</i>
5		<i>Ozone layer depletion</i>
6		<i>Abiotic depletion</i>

3.4.5 Skenario Pengelolaan Sampah dengan LCA

Hasil dari pengumpulan data-data primer dan sekunder akan digunakan untuk menentukan skenario pengelolaan sampah terbaik yang menghasilkan emisi lingkungan terkecil. Beberapa skenario pengelolaan sampah yang akan direncanakan adalah:

- 1. Skenario 0:** Skenario 0 merupakan skenario yang berdasarkan kondisi eksisting di TPA (*controlled landfill*).
- 2. Skenario 1 :** Daur ulang, pengomposan dan insinerasi Sampah yang bersifat *biodegradable* yang masuk ke TPA akan di komposkan. Selanjutnya sampah yang dapat di daur ulang (kertas, kaca, plastik, aluminium dan besi (Halkos dkk., 2016) akan di daur ulang di TPA, dan sisa sampah yang tidak dapat di komposkan maupun di daur ulang akan di masukkan ke dalam insinerator.
- 3. Skenario 2:** Daur ulang, pengomposan dan *sanitary landfill*. Sampah *biodegradable* yang masuk ke TPA akan di komposkan. Selanjutnya sampah yang dapat di daur ulang (kertas, kaca, plastik, aluminium dan besi (Halkos dkk., 2016) akan di daur ulang di TPA, dan sisa sampah yang tidak dapat di komposkan maupun di daur ulang akan ditimbun ke dalam *sanitary landfill*.
- 4. Skenario 3:** Daur ulang, pengomposan, insinerasi dan *sanitary landfill*.

Pengomposan dipilih untuk sampah yang bersifat biodegradable yang dapat diolah dengan pengomposan. Sampah yang dapat di daur ulang (kertas, kaca, plastik, aluminium dan besi) (Halkos dkk., 2016) akan di daur ulang di TPA. Insinerasi dilakukan untuk sampah yang bersifat mudah terbakar (diketahui dari analisis nilai kalor). Sedangkan *sanitary landfill* digunakan untuk menimbun hasil residu proses insinerasi, dan sisa sampah yang tidak dapat di bakar dalam insinerasi maupun pengolahan secara pengomposan dan daur ulang.

3.4.6 Analisis dan Pembahasan

A. Analisis data-data primer dan sekunder

Pada tahap analisis data dan pembahasan, permodelan dengan menggunakan *Life Cycle Assessment* (LCA) sangat ditentukan oleh pengumpulan data primer dan sekunder yang akurat. Data primer dan data sekunder yang dibutuhkan sesuai dengan penjelasan sebelumnya.

B. Analisis *Life Cycle Assessment* (LCA)

Analisis yang dilakukan setelah data primer dan sekunder didapatkan adalah permodelan dengan berbagai skenario pengolahan sampah beserta dampak lingkungannya yang dianalisis dengan menggunakan metode LCA dengan bantuan menggunakan *software* SimaPro v.8.3. *Software* ini dapat mengolah data menjadi grafik. Grafik yang dihasilkan tersebut dapat menjelaskan hubungan antara emisi asidifikasi, eutrofikasi, Gas Rumah Kaca (GRK), *photochemical oxidation*, *ozone layer depletion*, dan *abiotic depletion* terhadap lingkungan.

Langkah-langkah analisis dengan metode *Life Cycle Assessment*.

1. Memeriksa tujuan dan lingkup

Langkah awal adalah menentukan tujuan dari penelitian ini. Tujuannya adalah untuk mendapatkan skenario pengelolaan sampah yang paling sesuai dan menghasilkan emisi lingkungan paling kecil. Adapun batasan yang diberikan pada masing-masing skenario yang diadaptasi dari literatur (Assamoi dan Lawryshyn,

2012) adalah tertera pada Gambar 3.2 hingga Gambar 3.4.

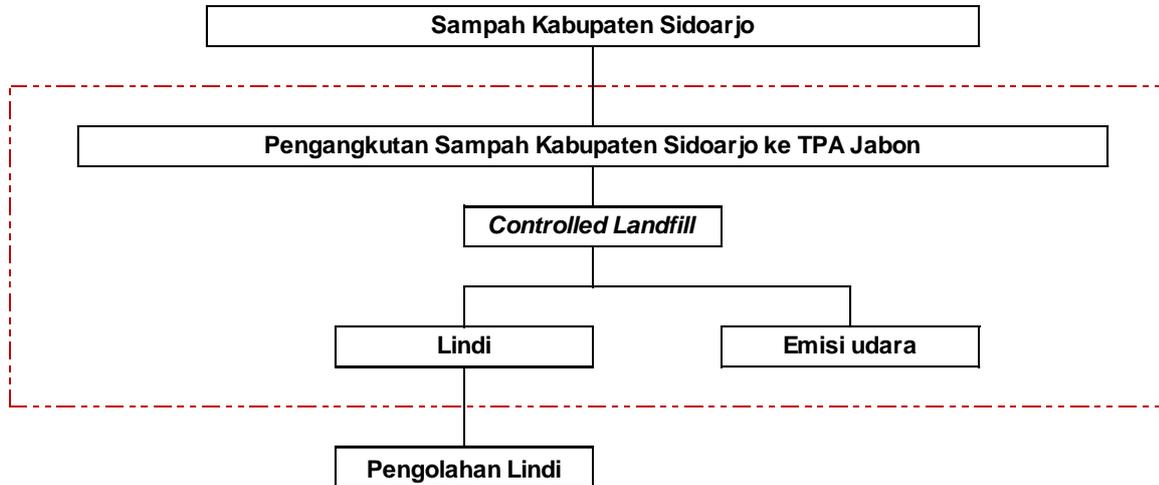
Penelitian dilakukan sesuai dengan batasan yang terdapat pada masing-masing skenario. Kegiatan diluar lingkup LCA seperti transportasi tidak lagi dibahas pada penelitian ini.

2. *Life Cycle Inventory (LCI)*

Data-data yang telah diperoleh (data primer dan data sekunder) akan dimasukkan ke dalam *database* SimaPro v.8.3. Metode di dalam *software* SimaPro v.8.3 yang akan digunakan adalah *Environmental Product Declaration (EPD)* tahun 2013. Data-data yang akan dimasukkan adalah bahan baku berupa data timbulan sampah.

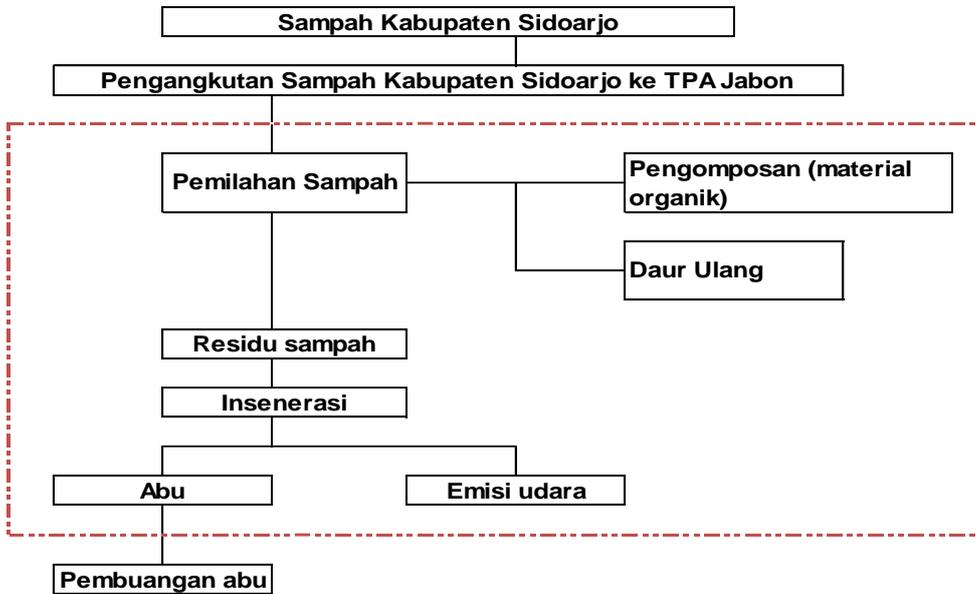
3. *Life Cycle Impact Assessment (LCIA)*

Seluruh data yang telah didapatkan sebelumnya, selanjutnya akan mengolah data dengan *software* SimaPro v.8.3. Analisis data dilakukan pada masing-masing skenario pengelolaan sampah yang telah dibuat sebelumnya. Adapun parameter lingkungan yang akan dikaji adalah eutrofikasi, asidifikasi, Gas Rumah Kaca (GRK), depleksi gas ozon, *photochemical ozone creation*, dan *non-renewable fossil*. Parameter lingkungan tersebut dikaji dengan menggunakan metode EPD (2013) pada SimaPro v.8.3.



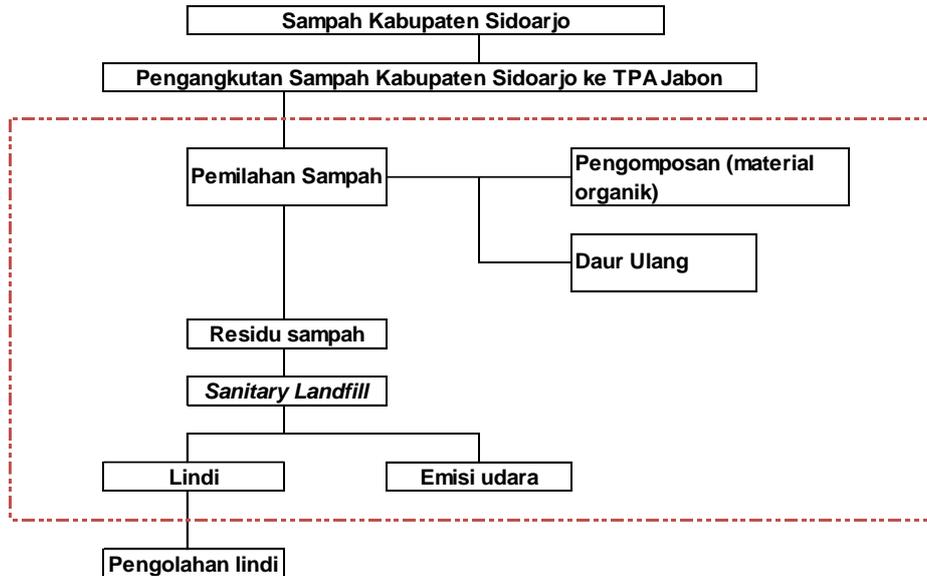
Gambar 3. 2 Batasan Skenario 0

Keterangan: - - - - - (batasan penelitian)



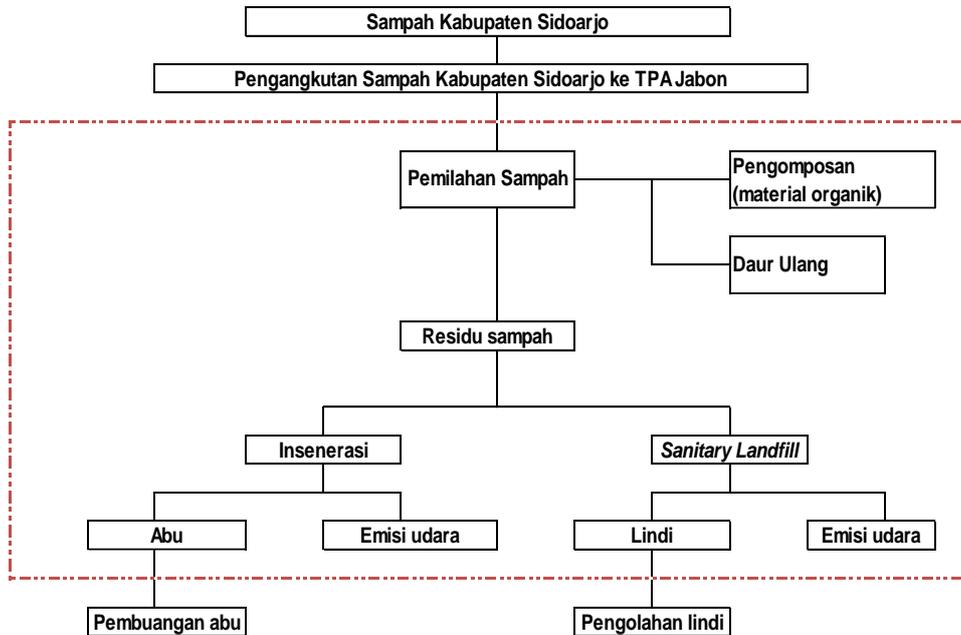
Gambar 3. 3 Batasan Skenario 1

Keterangan: - - - - - (batasan penelitian)



Gambar 3. 4 Batasan Skenario 2

Keterangan: - - - - - (batas penelitian)



Gambar 3. 5 Batasan Skenario 3

Keterangan: - - - - - (batasan penelitian)

4. Interpretasi

Hasil dari pengolahan data di SimaPro v.8.3, maka akan dihasilkan data masing-masing dampak lingkungan yang dihasilkan pada tahun eksisting (2017) dan tahun proyeksi (2027). Dari hasil tersebut, maka dapat ditentukan skenario pengelolaan sampah yang terbaik yang menghasilkan emisi lingkungan paling kecil.

3.4.7 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan yang dapat dibuat berdasarkan tujuan penelitian ini adalah:

1. Hasil analisis aspek teknis dan aspek lingkungan pengelolaan sampah di TPA Jabon, Kabupaten Sidoarjo.
2. Skenario pengelolaan sampah terbaik yang menghasilkan dampak pencemaran terkecil terhadap lingkungan.

Dari hasil kesimpulan dari penelitian ini dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya. Saran yang dapat diajukan berguna untuk memberi masukan bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Kuantitas dan Komposisi Sampah

Analisis data kuantitas sampah di TPA Jabon diperoleh dari data primer dan data sekunder. Analisis kuantitas sampah di TPA memiliki dampak terhadap input data. Analisis komposisi sampah juga merupakan data awal yang akan digunakan untuk skenario pengelolaan sampah yang akan dianalisis pada penelitian ini.

4.1.1 Analisis Densitas Sampah

Analisis densitas sampah dilakukan untuk mengetahui besarnya densitas sampah di truk yang masuk ke TPA Jabon. Hasil analisis densitas sampah akan digunakan untuk mengetahui jumlah timbulan sampah yang masuk ke TPA Jabon dalam satuan berat (kilogram) dikarenakan TPA Jabon belum memiliki jembatan timbang. Hasil analisis densitas sampah dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Hasil Analisis Densitas Sampah TPA Jabon

Pemilahan ke-	Berat (kg)	t1 (m)	t2 (m)	Vol (m ³)	ρ (kg/m ³ .hari)
1	100	0,42	0,36	0,36	277,78
2	100	0,36	0,2	0,2	500,00
3	100	0,37	0,28	0,28	357,14
4	100	0,35	0,22	0,22	454,55
5	100	0,37	0,25	0,25	400,00
6	100	0,33	0,28	0,28	357,14
7	100	0,35	0,3	0,3	333,33
8	100	0,29	0,26	0,26	384,62
Rata-Rata					383,07

Keterangan:

Panjang kotak densitas = 1 m

Lebar kotak densitas = 1 m

Tinggi kotak densitas = 0,5 m

t1 = tinggi sampah sebelum dikompaksi

t2 = tinggi sampah setelah dikompaksi

Setelah diketahui densitas sampah yang masuk ke TPA maka dapat dilakukan perhitungan timbulan sampah yang masuk dalam satuan massa (kg).

$$\begin{aligned}\text{Massa (kg)} &= \text{Densitas (kg/m}^3\text{)} \times \text{volume (m}^3\text{/hari)} \\ &= 383,07 \text{ kg/m}^3 \times 1 \text{ m}^3 \\ &= 383,07 \text{ kg}\end{aligned}$$

Maka dapat diketahui bahwa dalam 1 m³ sampah yang masuk, sama dengan berat 383,07 kg. Hasil yang didapatkan dari analisis densitas memiliki nilai yang tidak sesuai dengan literatur yang menjelaskan bahwa densitas sampah di Indonesia adalah sekitar 200-300 kg/m³. Pada Laporan Tugas Akhir (Anindita, 2014), dilakukan analisis densitas di beberapa TPS di Sidoarjo dan didapatkan hasil rata-rata sebesar 272,821 kg/m³. Hal ini disebabkan karena waktu penelitian di TPA Jabon dilakukan pada akhir february hingga pertengahan maret dimana kondisi cuaca sedang berada pada kondisi yang buruk yakni musim hujan. Sehingga dari analisis densitas tersebut, maka densitas sampah yang digunakan pada penelitian ini adalah sebesar 272,821 kg/m³. Kemudian dilakukan perhitungan densitas masing-masing jenis sampah pada ukuran kotak densitas 40L. Hasil perhitungan dapat dilihat pada lampiran A.

4.1.2 Timbulan Sampah Kondisi Eksisting

Data kuantitas sampah yang masuk ke TPA Jabon diperoleh melalui data primer yang dilakukan dengan melakukan pengamatan terhadap jumlah sampah yang masuk ke TPA Jabon. Hal ini dikarenakan TPA Jabon belum memiliki jembatan timbang, sehingga analisis kuantitas sampah dapat dihitung dari volume sampah yang masuk sesuai jumlah armada pengangkut sampah dan kapasitas masing-masing. TPA Jabon direncanakan akan memiliki jembatan timbang pada tahun 2018. Jumlah timbulan sampah yang masuk dihitung dengan menggunakan *load count analysis* (Tchobanoglous dkk, 1993). Tabel 4.2 dijelaskan jenis armada pengangkut sampah Kabupaten Sidoarjo.

Tabel 4. 2 Jenis Pengangkut Sampah Kabupaten Sidoarjo

Jenis Armada	Kapasitas
<i>Dump Truck</i>	8 m ³
<i>Arm Roll</i>	7 m ³
<i>Pick-Up</i>	1 m ³

Sumber: Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan Kabupaten Sidoarjo (2017)

Masing-masing armada yang mengangkut sampah ke TPA Jabon memiliki kapasitas yang berbeda-beda tergantung dari jenis pengangkutnya. Penjelasan kapasitas masing-masing armada adalah:

1. *Dump truck*

Armada *dump truck* pada kondisi eksisting memiliki muatan *overload* dari yang seharusnya. Terkait dengan muatan tersebut, maka untuk kapasitas *dump truck* menjadi:

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas } \textit{dump truck} &= p \times l \times t \\ &= 4\text{m} \times 2\text{m} \times 1\text{m} \\ &= 8 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Asumsi tinggi } \textit{overload} &= 40 \text{ cm} \\ &= 0,4 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume sampah } \textit{overload} &= p \times l \times t \\ &= 4\text{m} \times 2\text{m} \times 0,3\text{m} \\ &= 2,4 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume total sampah} &= \text{kapasitas } \textit{dump truck} \times \text{volume} \\ &\quad \textit{overload} \\ &= 8\text{m}^3 + 1,6 \text{ m}^3 \\ &= 9,6 \text{ m}^3\end{aligned}$$

2. *Arm roll*

Armada *arm roll* pada kondisi eksisting mengangkut sampah dengan jumlah yang sesuai dengan kapasitas volume yang tersedia.

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas } \textit{arm roll} &= p \times l \times t \\ &= 3,5\text{m} \times 2\text{m} \times 1\text{m} \\ &= 7 \text{ m}^3\end{aligned}$$

3. *Pick up*

Armada *pick up* pada kondisi eksisting mengangkut sampah dengan jumlah yang sesuai dengan kapasitas volume yang tersedia.

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas } \textit{pick up} &= p \times l \times t \\ &= 2,2 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} \times 0,4 \text{ m} \\ &= 1,32 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Hasil pengamatan timbulan sampah selama 8 hari berturut-turut disajikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Timbulan Sampah TPA Jabon

Hari	Timbulan (m ³ /hari)	Massa (kg/hari)
1	1218,0	332295,4
2	1214,4	331313,2
3	1198,8	327057,2
4	1193,6	325638,5
5	1228,0	335023,6
6	1225,6	334368,8
7	1201,2	327712,0
8	1173,6	320182,1
Rata-Rata	1206,65	329198,9

Dari data pada Tabel 4.3, maka didapatkan timbulan sampah yang masuk ke TPA Jabon sebesar 1206,65 m³/hari atau 329198,9 kg/hari.

Kuantitas sampah yang akan digunakan untuk *input software* SimaPro adalah tahun 2017 dan tahun proyeksi 2027 sebagai tahun rencana. Untuk mendapatkan jumlah proyeksi timbulan sampah yang masuk ke TPA Jabon, maka dilakukan perhitungan proyeksi jumlah penduduk Kabupaten Sidoarjo.

Dari jumlah penduduk Kabupaten Sidoarjo pada Tabel 4.4, dicari nilai kolerasi (*r*) dengan menggunakan metode aritmatika, geometrik, dan *least square* dan hasil akhir didapatkan nilai kolerasi yang mendekati angka 1 adalah dengan metode geometrik yakni sebesar 0,553 sehingga metode ini yang digunakan untuk proyeksi timbulan sampah. Perhitungan nilai

kolerasi secara lengkap dapat dilihat pada lampiran E. Perhitungan proyeksi penduduk dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 4 Jumlah Penduduk Kabupaten Sidoarjo Tahun 2012-2016

Kecamatan	Luas Wilayah	Jumlah Penduduk				
		2012	2013	2014	2015	2016
Sidoarjo	62,56	187130	207290	214695	189819	192524
Buduran	41,03	84582	100270	98436	97490	84690
Candi	40,67	156805	162895	151688	140185	177846
Porong	29,82	34187	63827	89103	78073	78098
Krembung	29,55	61057	58724	71352	65817	64593
Tulangan	31,21	85096	93749	96638	88137	91225
Tanggulangin	32,29	95845	88519	106476	73913	77366
Jabon	81	55156	49923	59040	55349	55154
Krian	32,5	112364	127876	127997	123341	134563
Balombangendo	31,4	68548	68439	75786	72281	73015
Wonoayu	33,92	75889	73596	83436	72281	78209
Tarik	36,06	62975	62056	68591	67634	73678
Prambon	34,23	77364	69524	80502	80706	83851
Taman	31,54	348895	221518	222435	196595	199188
Waru	30,32	206748	233809	230913	214492	212043
Gedangan	24,06	134802	139809	127747	117723	130482
Sedati	79,43	98658	100462	101594	98847	100339
Sukodono	32,68	107366	126752	120614	115094	124778
Jumlah	648,5	2053467	2049038	2127043	1947777	2031642

Sumber: Badan Pusat Statistik Kabupaten Sidoarjo

Tabel 4. 5 Proyeksi Penduduk Kabupaten Sidoarjo

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)
2016	2031642
2017	2035220
2018	2038805
2019	2042395

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)
2020	2045992
2021	2049596
2022	2053206
2023	2056822
2024	2060444
2025	2064073
2026	2067708
2027	2071350

Angka timbulan sampah yang digunakan pada perhitungan adalah sesuai dengan kondisi aktual di lapangan yang dapat dihitung dari jumlah sampah yang masuk dibagi dengan jumlah penduduk yang terlayani tahun 2017 yakni sebesar 0,43 kg/orang.hari.

$$\begin{aligned} \text{Timbulan} &= \text{Timbulan sampah} / \text{Jumlah penduduk} \\ &= 329198,9 \text{ kg/hari} / 773384 \text{ orang} \\ &= 0,43 \text{ kg/orang.hari} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan proyeksi penduduk yang terlayani dan jumlah sampah yang masuk ke TPA Jabon dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Proyeksi Sampah yang Masuk ke TPA Jabon

Tahun	Proyeksi Jumlah Penduduk (jiwa/tahun)	Prosentase pelayanan	Proyeksi Jumlah Penduduk Terlayani (jiwa/tahun)	Jumlah Sampah (kg/hari)	Jumlah Sampah (ton/tahun)
2017	2035220	38%	773384	329199	120158
2018	2038805	40%	815522	347135	126704
2019	2042395	42%	857806	365134	133274
2020	2045992	44%	900237	383195	139866
2021	2049596	46%	942814	401319	146481
2022	2053206	48%	985539	419505	153119

Tahun	Proyeksi Jumlah Penduduk (jiwa/tahun)	Prosentase pelayanan	Proyeksi Jumlah Penduduk Terlayani (jiwa/tahun)	Jumlah Sampah (kg/hari)	Jumlah Sampah (ton/tahun)
2023	2056822	50%	1028411	437754	159780
2024	2060444	52%	1071431	456066	166464
2025	2064073	54%	1114599	474441	173171
2026	2067708	56%	1157917	492879	179901
2027	2071350	58%	1201383	511381	186654

Kenaikan pelayanan persampahan sebesar 2% pertahun, hal ini dilihat dari perkembangan pelayanan dari tahun-tahun sebelumnya yang menunjukkan peningkatan rata-rata 2% per tahun. Hasil perhitungan sampah yang dihasilkan dihitung dari mengalikan hasil proyeksi penduduk terlayani dengan jumlah timbulan sampah per orang (kg/hari).

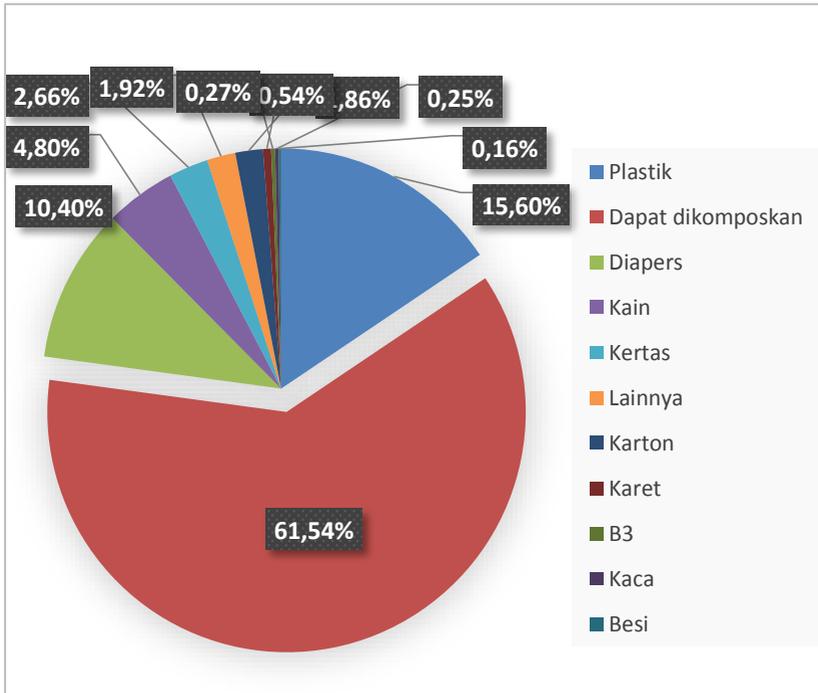
4.1.3 Komposisi Sampah

Penelitian komposisi sampah pada TPA Jabon dilakukan untuk mengetahui komposisi apa saja yang masuk ke TPA. Hal ini juga menjadi salah satu dasar pertimbangan dalam membuat skenario pengelolaan sampah apakah yang sesuai dengan jumlah komposisi yang ada di TPA Jabon. Hasil pemilahan sampah disajikan pada lampiran B. Prosentase komposisi sampah di TPA Jabon pada tahun 2017 dapat disajikan pada Gambar 4.1.

Hasil analisis komposisi sampah tersebut akan memperngaruhi pengelolaan sampah yang tepat untuk dilaksanakan di TPA. Berikut ini adalah penjelasan mengenai komposisi sampah yang dianalisis:

1. Sampah yang dapat dikomposkan: merupakan sampah yang terdiri dari sampah sisa makanan / kerak dan sampah kebun. Sampah ini memiliki prosentase paling tinggi yakni sebesar 34,77% untuk sampah sisa makanan dan 26,77% sampah kebun.
2. Plastik: merupakan gabungan dari beberapa jenis plastik yakni HDPE, LDPE, PET, PS Sterofoam, PP bag, dan plastik

lainnya. Plastik ini memiliki prosentase kedua terbesar yakni sebesar 15,6%.



Gambar 4. 1 Prosentase Komposisi Sampah di TPA Jabon

3. Diapers: terdiri dari popok dan pembalut memiliki prosentase sebesar 10,4%.
4. Kain: sampah kain juga memiliki prosentase yang cukup besar yakni sebesar 4,8%.
5. Kertas: sampah kertas memiliki prosentase sebesar 2,66%.
6. Karton: Sampah karton memiliki prosentase sebesar 1,86%.
7. Karet: merupakan sampah seperti sandal bekas, karet gelang, ban bekas. Prosentase karet sebesar 0,54%.

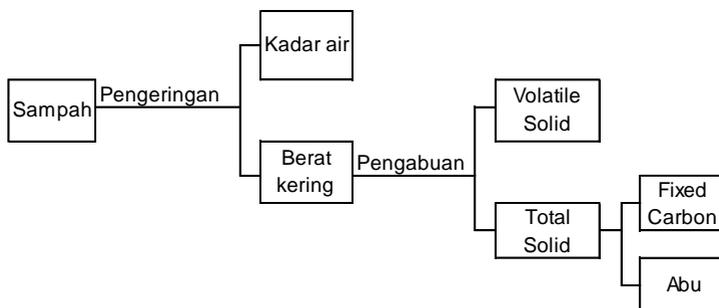
8. Limbah B3: terdiri dari baterai bekas, sisa obat-obatan, lampu bekas, benda terkontaminasi B3, dan lain sebagainya. Prosentasenya sebesar 0,27%.
9. Kaca: terdiri dari botol kaca dan pecahan kaca lain. Memiliki prosentase sebesar 0,25%.
10. Besi: terdiri dari lempengan besi dan kaleng sebesar 0,16%.
11. Lain-lain: Terdiri dari sampah yang yang tidak tergolong dalam spesifikasi kelompok diatas seperti kayu, dll yang bekisar 1,92%.

4.2 Analisis Karakteristik Sampah

Analisis karakteristik yang dilakukan pada penelitian ini adalah karakteristik fisik dan karakteristik kimia sampah. Analisis karakteristik sampah dilakukan di laboratorium dengan sampel yang diambil langsung dari TPA Jabon. Tujuan analisis ini adalah untuk mengetahui karakteristik sampah sehingga dapat menjadi dasar dalam mengevaluasi aspek teknis dalam pengelolaan di TPA Jabon.

4.2.1 Analisis Karakteristik Fisik Sampah

Analisis karakteristik fisik dilakukan di laboratorium dengan *proximate analysis*. *Proximate analysis* terdiri dari analisis kadar air, *volatile solid*, *fixed carbon*, kadar abu dan nilai kalor. Analisis kadar air bertujuan untuk mengetahui kandungan air dalam sampah. *Volatile Solid* (Vs) dianalisis untuk mengetahui kandungan bahan organik pada sampah. Analisis abu bertujuan untuk abu yang dihasilkan dari pembakaran sampah. Analisis nilai kalor bertujuan untuk mengetahui apakah sampah yang masuk ke TPA Jabon dapat diolah dengan menggunakan metode insinerasi atau tidak. Tabel 4.7 hingga Tabel 4.8 dapat dilihat karakteristik fisik sampah Jabon. Neraca massa untuk karakteristik fisik pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Skema Massa Karakteristik Fisik

Tabel 4. 7 Hasil Analisis Laboratorium Karakteristik Fisik Sampah TPA Jabon

Analisis	Parameter	Jenis Sampah	Hasil (%)
Proximate Analysis	Kadar Air	Organik <i>Biowaste</i>	74,08
		Organik Non- <i>Biowaste</i>	35,39
		Organik Bio+Non <i>Biowaste</i>	54,22
		Tercampur (Organik+Anorganik)	50,71
	Volatile Solid	Organik <i>Biowaste</i>	7,05
		Organik Non- <i>Biowaste</i>	9,12
		Organik Bio+Non <i>Biowaste</i>	9,54
		Tercampur (Organik+Anorganik)	9,04
	Fixed Karbon	Organik <i>Biowaste</i>	3,27
		Organik Non- <i>Biowaste</i>	10,26
		Organik Bio+Non <i>Biowaste</i>	4,93
		Tercampur (Organik+Anorganik)	2,16
	Kadar Abu	Organik <i>Biowaste</i>	15,61
		Organik Non- <i>Biowaste</i>	45,23
		Organik Bio+Non <i>Biowaste</i>	31,31
		Tercampur (Organik+Anorganik)	38,10

*Laboratorium Teknologi Air Teknik Lingkungan ITS (2017)

Tabel 4. 8 Analisis Kadar Air per Komponen Sampah

No	Nama Sampel	Kadar Air (%)*
1	Sampah dapur	74,84
2	Sampah kebun	35,57
3	HDPE	7,11
4	LDPE	51,86
5	PET	2,32
6	PP Bag	1,16
7	Steroform	0,74
8	Plastik lain-lain	0,42
9	Kertas	42,30
10	Karton	41,82
11	Kain	6,50
12	Karet	5,81
13	Kayu	44,24
14	Diapers	67,17
15	Sampah lain-lain	38,08

*Laboratorium Teknologi Air Teknik Lingkungan ITS (2017)

Perhitungan nilai kalor sampah dilakukan dengan mengacu pada literatur Tchobanoglous dkk. (1993), maka dapat diketahui perhitungan masing-masing nilai kalor sampah dapat dilihat pada Tabel 4.9. Perhitungan rinci masing-masing jenis sampah dapat dilihat pada lampiran C.

Tabel 4. 9 Nilai Kalor Sampah

No	Sampah Organik	Nilai Kalor (Kkal/Kg)
1	Organik Biowaste	733,92
2	Organik Non-Biowaste	2423,43
3	Organik Bio+Non Biowaste	3859,90
4	Tercampur (Organik+Anorganik)	3157,46

4.2.2 Analisis Karakteristik Kimia Sampah

Analisis karakteristik kimia yang dilakukan pada penelitian ini adalah analisis *ultimate analysis* yang meliputi analisis C, H, O dan N. Hasil analisis laboratorium terhadap analisis *ultimate analysis* dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Hasil Analisis Karakteristik Kimia Sampah TPA Jabon

No	Nama Sampel	Parameter	Nilai (%)
1	Sampah Organik <i>Biowaste</i>	Total N**	0,59
	Sampah Organik <i>Bio+Non Biowaste</i>		1,93
	Sampah Tercampur (Organik+Anorganik)		1,22
	Sampah Organik <i>Non Biowaste</i>		1,50
2	Sampah Organik <i>Biowaste</i>	Hidrogen*	6,51
	Sampah Organik <i>Bio+Non Biowaste</i>		5,88
	Sampah Tercampur (Organik+Anorganik)		5,58
	Sampah Organik <i>Non Biowaste</i>		5,98
3	Sampah Organik <i>Biowaste</i>	Karbon*	54,25
	Sampah Organik <i>Bio+Non Biowaste</i>		49,01
	Sampah Tercampur (Organik+Anorganik)		46,53
	Sampah Organik <i>Non Biowaste</i>		49,86
4	Sampah Organik <i>Biowaste</i>	Oksigen*	38,65
	Sampah Organik <i>Bio+Non Biowaste</i>		43,18
	Sampah Tercampur (Organik+Anorganik)		46,67
	Sampah Organik <i>Non Biowaste</i>		42,65

*Laboratorium Teknologi Air Teknik Lingkungan ITS (2017)

**Laboratorium Balai Penelitian dan Konsultasi Industri Surabaya-Jawa Timur (2017)

Dari hasil analisis laboratorium *ultimate analysis* tersebut, selanjutnya dilakukan perhitungan terhadap nilai mol dan nilai koefisien terhadap masing-masing jenis sampah. Berikut ini salah satu perhitungan dari nilai mol dan koefisien yang selanjutnya dijabarkan pada Tabel 4.11.

Perhitungan unsur organik sampah *biowaste*:

- Mol Karbon (C) = $\frac{\text{Massa C}}{\text{Massa atom C}} = \frac{0,5425 \text{ gr}}{12,01 \text{ gr/mol}} = 0,0452 \text{ mol}$
- Mol Hidrogen (H) = $\frac{\text{Massa H}}{\text{Massa atom H}} = \frac{0,0651 \text{ gr}}{1,01 \text{ gr/mol}} = 0,0645 \text{ mol}$
- Mol Oksigen (O) = $\frac{\text{Massa O}}{\text{Massa atom O}} = \frac{0,3865 \text{ gr}}{16 \text{ gr/mol}} = 0,0242 \text{ mol}$
- Mol Nitrogen (N) = $\frac{\text{Massa N}}{\text{Massa atom N}} = \frac{0,0059 \text{ gr}}{14,01 \text{ gr/mol}} = 0,0004 \text{ mol}$

Komposisi unsur kimia $C_aH_bO_cN_d$ ditentukan dengan mengetahui perbandingan dari masing-masing unsur organik sampah tersebut dengan asumsi nilai $d=1$ gram, yaitu:

- Koefisien Karbon (C) = $\frac{0,0452 \text{ mol}}{0,0004 \text{ mol}} = 107$
- Koefisien Hidrogen (H) = $\frac{0,0645 \text{ mol}}{0,0004 \text{ mol}} = 153$
- Koefisien Oksigen (O) = $\frac{0,0242 \text{ mol}}{0,0004 \text{ mol}} = 57$
- Koefisien Nitrogen (N) = $\frac{0,0004 \text{ mol}}{0,0004 \text{ mol}} = 1$

Dari hasil perhitungan tersebut, komposisi unsur kimia untuk masing-masing jenis sampah adalah:

- Sampah organik *biowaste* = $C_{107}H_{153}O_{57}N$
- Sampah organik *bio+nonbiowaste* = $C_{30}H_{42}O_{20}N$
- Sampah organik *nonbiowaste* = $C_{39}H_{55}O_{25}N$
- Sampah tercampur (organik dan anorganik) = $C_{45}H_{64}O_{34}N$

Tabel 4. 11 Nilai Mol dan Koefisien Komposisi Kimia

No	Nama Sampel	Parameter	Mol	Koefisien
1	Organik <i>Biowaste</i>		0,0004	1
	Organik <i>Bio+Non Biowaste</i>	Total	0,0014	1
	Tercampur (Organik+Anorganik)	N	0,0009	1
	Organik <i>Non Biowaste</i>		0,0011	1
2	Organik <i>Biowaste</i>		0,0645	153
	Organik <i>Bio+Non Biowaste</i>	Hidro	0,0582	42
	Tercampur (Organik+Anorganik)	gen	0,0553	64
	Organik <i>Non Biowaste</i>		0,0592	55
3	Organik <i>Biowaste</i>		0,0452	107
	Organik <i>Bio+Non Biowaste</i>	Karbo	0,0408	30
	Tercampur (Organik+Anorganik)	n	0,0387	45
	Organik <i>Non Biowaste</i>		0,0415	39
4	Organik <i>Biowaste</i>		0,0242	57
	Organik <i>Bio+Non Biowaste</i>	Oksig	0,0270	20
	Tercampur (Organik+Anorganik)	en	0,0292	34
	Organik <i>Non Biowaste</i>		0,0267	25

4.3 Potensi Pemanfaatan Sampah dari Skenario di TPA Jabon

Masing-masing skenario pengelolaan sampah di TPA Jabon akan dilihat bagaimana potensinya dalam pengelolaan sampah. Analisis potensi pemanfaatan sampah hanya dilakukan pada skenario 1,2 dan 3. Potensi pemanfaatan sampah yakni dengan pengamatan langsung di TPA Jabon, wawancara langsung dengan pemulung di lokasi, dan dengan melihat bagaimana pemulung dapat memilah jenis dengan kondisi seperti yang dapat di daur ulang. Dari analisis ini, nilai Rf masing-masing komponen pada Tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Nilai *Recovery Factor* Komponen Sampah TPA Jabon

Jenis Sampah	<i>Recovery Factor</i> (RF)
Plastik	0,7
Kertas	0,5
Karton	0,7
Besi/Logam	0,8
Kaca	0,65
Karet	0,25
Sampah makanan dan kebun	0,85

Komponen sampah kain tidak memiliki nilai Rf dikarenakan kondisi sampah kain yang masuk ke TPA sudah sangat kotor dan tidak layak untuk di daur ulang.

Potensi pemanfaatan sampah yang masuk ke TPA Jabon dilakukan pada skenario 1,2, dan 3. Pada skenario 0 (*controlled landfill*) tidak dilakukan perhitungan potensi pemanfaatan sampah. Hal ini dikarenakan sampah yang masuk ke TPA langsung dibuang ke area *landfill* tanpa dikelola terlebih dahulu. Walaupun terdapat pemulung di area TPA, namun jumlah sampah yang dapat dikumpulkan tidak sampai 5% sehingga jumlah sampah yang masuk ke area *landfill* kurang lebih sama dengan jumlah sampah yang masuk ke TPA.

4.3.1 Potensi Pemanfaatan Skenario 1 (Daur Ulang, Pengomposan dan Insinerasi)

Skenario 1 terdiri dari daur ulang, pengomposan dan insinerasi. Dengan menggunakan nilai *recovery factor* masing-masing jenis sampah, maka dapat diketahui kuantitas sampah yang di daur ulang, pengomposan, dan sisanya masuk ke insinerasi. Perhitungan *material balance* dari skenario 1 dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4. 12 Hasil Perhitungan *Material Balance* Skenario 1

Skenario 1	Material	Jumlah Sampah (ton)	Rf	Recycled (ton)	Sisa (ton)	Prosentase Sampah
Daur Ulang (sampah tercampur)	Plastik	18746,08	0,70	13122,26	5623,83	13,98%
	Kertas	3193,19	0,50	1596,59	1596,59	
	Karton	2237,93	0,70	1566,55	671,38	
	Besi/logam	195,26	0,80	156,20	39,05	
	Kaca	294,39	0,65	191,35	103,04	
	Karet	648,85	0,25	162,21	486,64	
	Total daur ulang		25315,70		16795,18	
Pengomposan (sampah organik <i>biowaste</i>)	Sisa Makanan	41777,29	0,85	35510,70	6266,59	52,31%
	Sampah kebun	32164,68	0,85	27339,98	4824,70	
	Total Pengomposan	73941,97		62850,68	11091,30	
Insinerasi (sampah tercampur)	Sisa residu daur ulang + pengomposan	19611,82	Seluruhnya di insinerasi			33,72%
	Kain	5770,57				
	Diapers	12497,89				
	Sampah lain-lain	2311,53				
	Limbah B3	319,92				
	Total sampah ke insinerasi	40511,73				
Jumlah Sampah yang masuk ke TPA Jabon		120157,58				100,00%

Berdasarkan *material balance* skenario 1, sampah yang di daur ulang adalah 13,98%, pengomposan 52,31%, dan insinerasi sebesar 33,72%. Hasil perhitungan *material balance* kemudian disajikan ke dalam diagram alir pada Gambar 4.3.

4.3.2 Potensi Pemanfaatan Skenario 2 (Daur Ulang, Pengomposan, dan *Sanitary Landfill*)

Skenario 2 terdiri dari daur ulang, pengomposan dan *sanitary landfill*). Sampah yang tidak dapat di daur ulang dan di komposkan, akan di timbun di *sanitary landfill*. Perhitungan *material balance* dari skenario 2 dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4. 13 Hasil Perhitungan *Material Balance* Skenario 2

Skenario 2	Material	Jumlah Sampah (ton)	Rf	Recycled (ton)	Sisa (ton)	Prosentase Sampah
Daur Ulang (sampah tercampur)	Plastik	18746,08	0,70	13122,26	5623,83	13,98%
	Kertas	3193,19	0,50	1596,59	1596,59	
	Karton	2237,93	0,70	1566,55	671,38	
	Besi/logam	195,26	0,80	156,20	39,05	
	Kaca	294,39	0,65	191,35	103,04	
	Karet	648,85	0,25	162,21	486,64	
	Total daur ulang		25315,70		16795,18	
Pengomposan (sampah organik biowaste)	Sisa Makanan	41777,29	0,85	35510,70	6266,59	52,31%
	Sampah kebun	32164,68	0,85	27339,98	4824,70	
	Total Pengomposan	73941,97		62850,68	11091,30	
Sanitary Landfill (sampah tercampur)	Sisa residu daur ulang + pengomposan	19611,82	Seluruhnya masuk ke <i>sanitary landfill</i>			33,72%
	Kain	5770,57				
	Diapers	12497,89				
	Sampah lain-lain	2311,53				
	Limbah B3	319,92				
	Total sampah ke <i>sanitary landfill</i>	40511,73				
Jumlah Sampah yang masuk ke TPA Jabon		120157,58				100,00%

Berdasarkan *material balance* skenario 3, sampah yang di daur ulang adalah 13,98%, pengomposan 52,31%, dan *sanitary landfill* sebesar 33,72%. Hasil perhitungan *material balance* kemudian disajikan ke dalam diagram alir pada Gambar 4.4.

4.3.3 Potensi Pemanfaatan Skenario 3 (Daur Ulang, Pengomposan, Insinerasi, dan *Sanitary Landfill*)

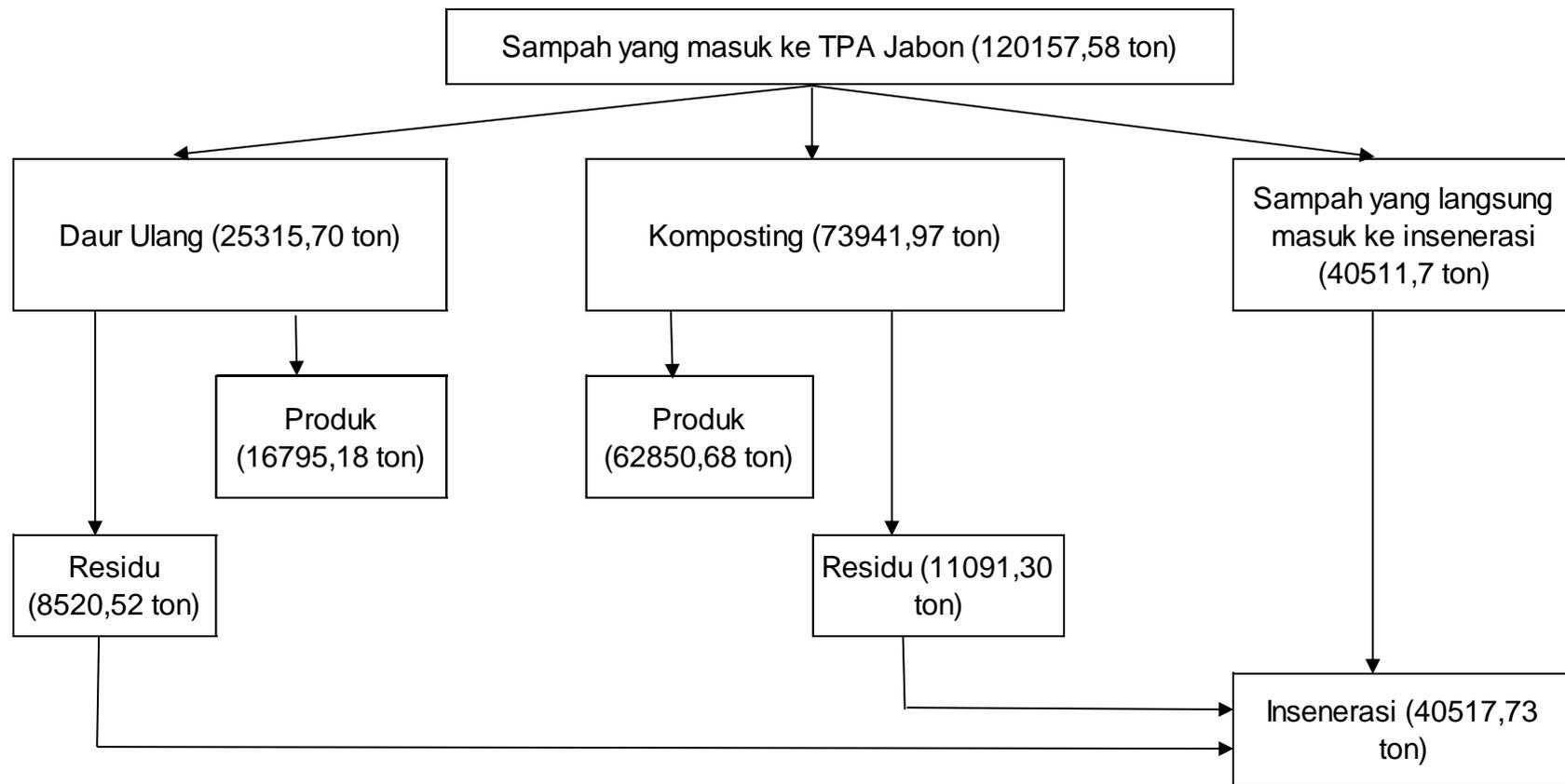
Skenario 3 terdiri dari daur ulang, pengomposan, insinerasi, dan *sanitary landfill*. Perhitungan *material balance* dari skenario 3 dapat dilihat pada tabel 4.14.

Tabel 4. 14 Perhitungan *Material Balance* Skenario 3

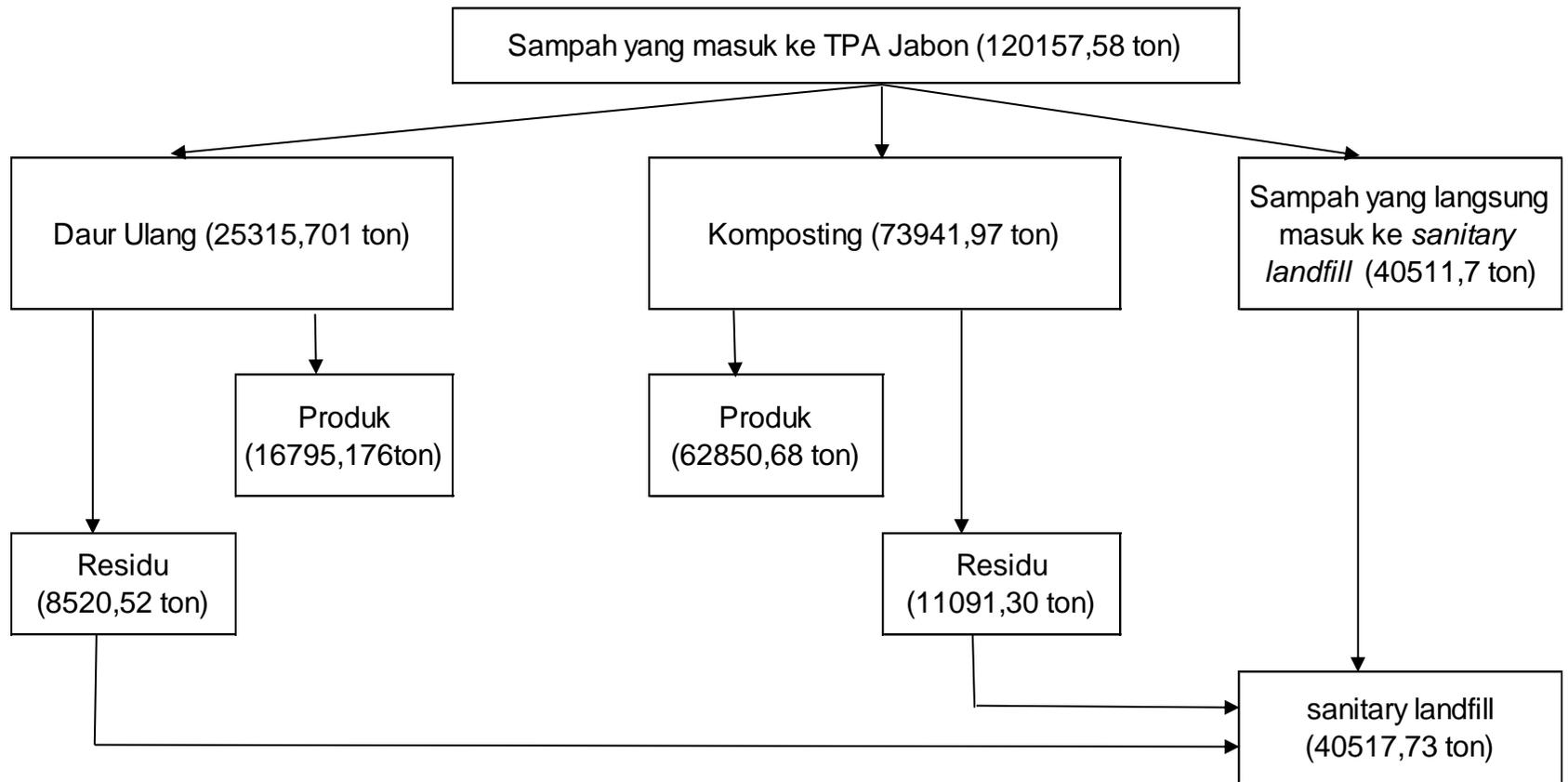
Skenario 3	Material	Jumlah Sampah (ton)	Rf	Recycled (ton)	Sisa (ton)	Prosentase Sampah
Daur Ulang (sampah tercampur)	Plastik	18746,08	0,70	13122,26	5623,83	13,98%

	Kertas	3193,19	0,50	1596,59	1596,59	
	Karton	2237,93	0,70	1566,55	671,38	
	Besi/logam	195,26	0,80	156,20	39,05	
	Kaca	294,39	0,65	191,35	103,04	
	Karet	648,85	0,25	162,21	486,64	
	Total daur ulang	25315,70		16795,18	8520,52	
Pengomposan (sampah organik biowaste)	Sisa Makanan	41777,29	0,85	35510,70	6266,59	
	Sampah kebun	32164,68	0,85	27339,98	4824,70	52,31%
	Total Pengomposan	73941,97		62850,68	11091,30	
Insinerasi (sampah tercampur)	Sisa residu daur ulang + pengomposan	19611,82				
	Kain	5770,57				21,69%
	Diapers	12497,89		Seluruhnya di insinerasi		
	Total insinerasi	37880,28				
	Abu sisa pembakaran	11815,64				
Sanitary Landfill (sampah tercampur)	Abu sisa pembakaran insinerasi	11815,64				
	Sampah lain-lain	2311,53				12,02%
	Limbah B3	319,92		Seluruhnya masuk ke <i>sanitary landfill</i>		
	Total sampah ke sanitary landfill	14447,09				
Jumlah Sampah yang masuk ke TPA Jabon		158037,86				100,00%

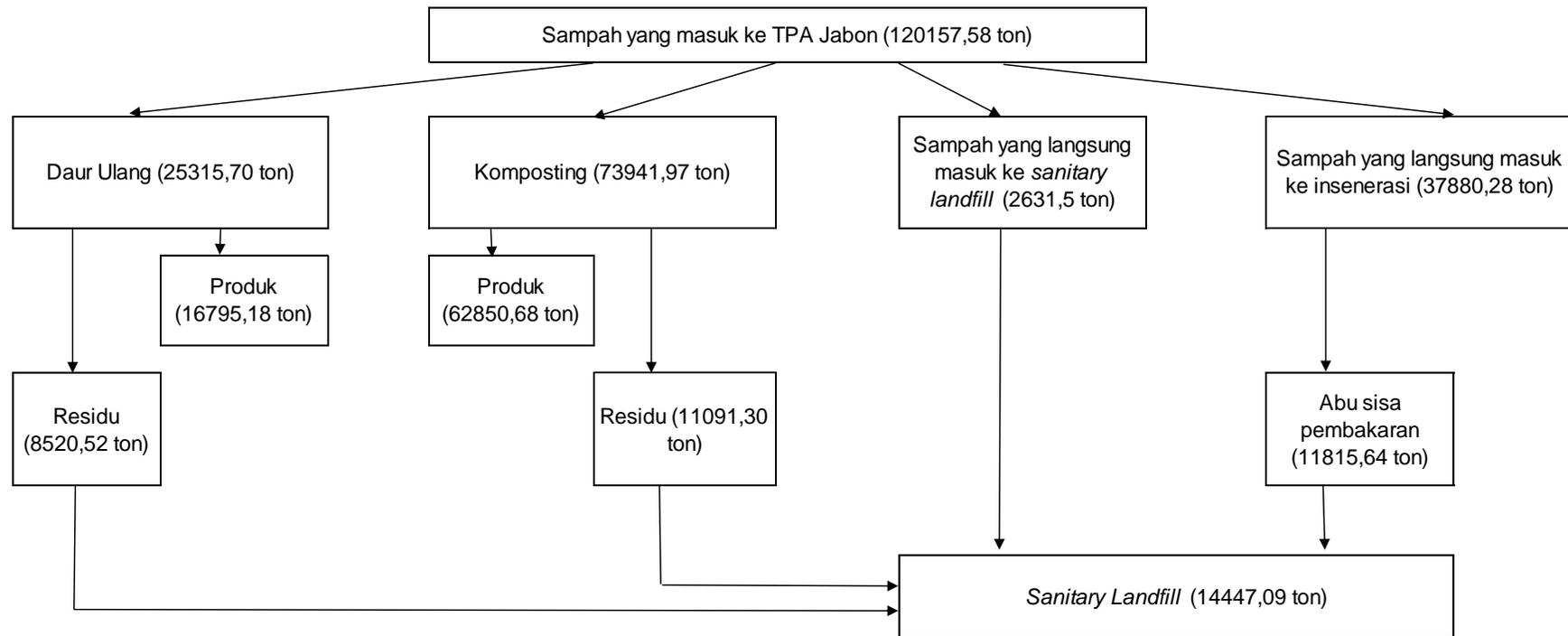
Berdasarkan *material balance* skenario 3, sampah yang di daur ulang adalah 13,98%, pengomposan 52,31%, insinerasi 21,69% dan *sanitary landfill* sebesar 12,02%. Hasil perhitungan *material balance* kemudian disajikan ke dalam diagram alir pada Gambar 4.5.



Gambar 4. 3 *Material Balance* Skenario 1



Gambar 4. 4 *Material Balance* Skenario 2



Gambar 4. 5 Material Balance Skenario 3

4.4 Kajian Aspek Teknis Pengelolaan Sampah TPA Jabon

Pengelolaan sampah di TPA Jabon salah satunya ditinjau dari segi aspek teknis. Aspek teknis pengelolaan sampah TPA Jabon bertujuan untuk meninjau skenario pengelolaan sampah apakah yang sesuai dan penentuan kebutuhan lahan untuk masing-masing skenario pengelolaan sampah yang akan digunakan.

4.4.1 Kajian Karakteristik Sampah

Kajian karakteristik sampah dilakukan terhadap masing-masing jenis sampah yang masuk ke TPA Jabon. Tabel 4.15 menjelaskan kajian karakteristik fisik sampah TPA Jabon dan Tabel 4.16 menjelaskan kajian karakteristik kimia sampah TPA Jabon.

Tabel 4. 15 Kajian Karakteristik Fisik Sampah TPA Jabon

Jenis Sampah	Karakteristik Fisik Sampah				
	Kadar Air (%)	Volatile Solid (%)	Fixed Karbon (%)	Kadar Abu (%)	Nilai Kalor (Kkal/kg)
Organik <i>Biowaste</i>	74,08	97,65	17,01	12,96	733,92
Organik <i>Non-Biowaste</i>	35,39	89,75	18,55	12,96	2423,43
Organik <i>Bio+Non Biowaste</i>	54,22	88,22	13,97	22,26	3157,35
Tercampur (Organik+Anorganik)	50,71	83,76	5,32	31,19	3157,46

Tabel 4. 16 Kajian Karakteristik Kimia Sampah TPA Jabon

Jenis Sampah	Karakteristik Kimia Sampah (%)			
	Karbon (C)	Hidrogen (H)	Oksigen (O)	N Total
Organik <i>Biowaste</i>	54,25	6,51	38,65	0,59

Jenis Sampah	Karakteristik Kimia Sampah (%)			
	Karbon (C)	Hidrogen (H)	Oksigen (O)	N Total
Organik <i>Bio+Non Biowaste</i>	49,01	5,88	43,18	1,93
Tercampur (Organik+Anorganik)	46,53	5,58	46,67	1,22
Organik <i>Non Biowaste</i>	49,86	5,98	42,65	1,50

4.4.2 Kajian Proses Pengelolaan Sampah

Proses pengelolaan sampah yang tepat untuk diaplikasikan di TPA Jabon adalah sesuai dengan beberapa parameter yakni dapat dilihat pada Tabel 4.17

Tabel 4. 17 Kajian Proses Pengelolaan Sampah

Proses Pengelolaan	Parameter	Jenis Sampah	Nilai	Satuan	Ketersesuaian
Pengomposan	Rasio C/N	organik <i>biowaste</i>	91,95	-	Memenuhi
Daur Ulang	Nilai Rf	organik non- <i>biowaste</i>	0,3-0,9	-	Belum memenuhi
Insinerasi	Nilai Kalor	organik non- <i>biowaste</i>	2423,43	kkal/kg	Memenuhi
<i>Sanitary Landfill</i>	Ketersediaan lahan	Residu Sampah	13	Ha	Memenuhi

Pada kajian proses pengelolaan sampah di TPA, dapat dilihat bahwa proses daur ulang, insinerasi, dan *sanitary landfill* telah memenuhi parameter. Pengelolaan secara pengomposan belum memenuhi nilai C/N sehingga pada saat proses pengomposan ditambahkan aktivator seperti kotoran hewan, serbuk gergaji, dll.

4.4.3 Kajian Sarana Pra-sarana TPA Jabon

Pengelolaan sampah di TPA Jabon memerlukan sarana dan pra-sarana yang sesuai hal ini bertujuan untuk mendukung pengelolaan sampah yang ada. Adapun sarana dan pra-sarana

yang dibutuhkan untuk masing-masing jenis pengelolaan sampah yang direncanakan untuk dilakukan di TPA Jabon adalah:

A. Daur Ulang

Daur ulang salah satu pengolahan yang direncanakan dilakukan di TPA Jabon. Untuk memilah sampah yang dapat di daur ulang, maka dibutuhkan alat *sortir* berupa conveyor. Seluruh sampah yang masuk ke TPA Jabon terlebih dahulu mengalami proses *sortir* sebelum dilakukan pemrosesan sampah lebih lanjut. Kuantitas sampah yang dijadikan acuan adalah kuantitas sampah pada tahun 2027. Sampah yang masuk ke TPA Jabon pada tahun 2027 adalah 511381 kg/hari atau sebesar 1880 m³. Perencanaan untuk alat *belt conveyor* adalah:

- Sampah yang masuk ke TPA Jabon adalah 511381 kg/hari atau sebesar 1880 m³.
- Sampah yang akan dikelola di TPA Jabon, akan dipilah berdasarkan jenis sampah dan sesuai pengelolannya, yakni:
 - a) Sampah *biowaste* (sisa makanan dan sampah kebun);
 - b) Sampah yang di daur ulang (plastik, kertas, karton, besi/logam, kaca, karet).

Sehingga keranjang yang disediakan berjumlah 2 untuk memisahkan sampah tersebut. Sampah yang tidak terpilah langsung masuk ke *landfill* atau insinerator sesuai dengan skenario pengelolaan sampah.

a. Lahan penerimaan sampah

Lahan penerimaan sampah yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

- a. Volume sampah yang masuk ke TPA = 1880 m³
- b. Tinggi maksimum timbunan sampah = 1 m
- c. Luas area untuk lahan penerimaan sampah adalah:
= Volume sampah / tinggi timbunan sampah
= 1880 m³ / 1 m
= 1880 m²
- d. Direncanakan panjang lahan penerimaan sampah adalah 2 kali lebarnya (P=2L)
A = 1880 m²
A = P x L

$$\begin{aligned}
 A &= 2L^2 \\
 1180 \text{ m}^2 &= 2L^2 \\
 L &= 24,3 \text{ m} \\
 P &= 2 \times L \\
 &= 2 \times 24,3 \\
 &= 48,6 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- e. Untuk mempermudah ruang gerak petugas, maka lebar dan panjang masing-masing ditambahkan 1 m.

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 49,6 \text{ m} \\
 \text{Lebar} &= 25,3 \text{ m} \\
 \text{Luas} &= P \times L \\
 &= 49,6 \text{ m} \times 25,3 \text{ m} \\
 &= 1254,88 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

- f. Jumlah pekerja yang dibutuhkan untuk area penerimaan adalah 1 orang yang bertugas untuk memonitor dan mengontrol sampah yang diterima.

b. Lahan pemilahan sampah

Lahan pemilahan sampah terdiri dari lahan *sortir* dan konveyor, lahan tempat penempatan keranjang pemilahan, lahan sampah residu. Berikut ini perencanaan masing-masing:

- a. Lahan *sortir* dan konveyor

$$\begin{aligned}
 \text{Volume sampah} &= 511381 \text{ kg/hari} \\
 \text{Kecepatan pemilahan} &= 400 \text{ kg/orang.jam} \\
 \text{Lama pemilahan} &= \frac{\text{berat sampah}}{\text{kecepatan pemilahan}} \\
 &= \frac{511381 \text{ kg/hari}}{400 \text{ kg/orang.jam}} \\
 &= 1278 \text{ jam/orang.hari} \\
 \text{Jam kerja} &= 8 \text{ jam/hari} \\
 \text{Jumlah pekerja} &= \frac{\text{Lama pemilahan}}{\text{Jam kerja}} \\
 &= \frac{1278,5 \text{ jam/orang.hari}}{8 \text{ jam/hari}} \\
 &= 159,8 \text{ orang} \\
 &= 160 \text{ orang}
 \end{aligned}$$

Jam operasi kerja akan dilaksanakan pada pukul 05.00-21.00. Sehingga akan diberlakukan 2 *shift* kerja, yakni

1. *Shift* 1 akan dilaksanakan 05.00-13.00
2. *Shift* 2 akan dilaksanakan pada 13.00-21.00

Maka jumlah pekerja untuk 1 *shift* sebanyak 80 pekerja.

Panjang tiap konveyor = 1,5 m/orang
 Panjang konveyor total = jumlah pekerja x panjang konveyor tiap orang
 = 80 orang x 1,5 m/orang
 = 120 m
 Jumlah konveyor = 5
 Panjang per konveyor = 120 m / 5
 = 24 m
 Lebar konveyor = 1 m
 Luas 5 konveyor = 5 x P x L
 = 5 x 24 m x 1 m
 = 120 m²
 Jumlah pekerja tiap konveyor = 16 pekerja



Gambar 4. 6 Konveyor untuk TPA Jabon

Spesifikasi alat konveyor yang akan digunakan adalah:

Material belt = karet
 Lebar = 100 cm
 Panjang = 1200 cm
 Jumlah = 6 buah

c. Lahan penempatan keranjang pemilahan

Pada saat pemilahan, akan disediakan 2 keranjang sampah untuk memisahkan jenis sampah tersebut. Pemilahan sampah dilakukan di sisi kiri dan sisi kanan. Berikut ini perencanaan lahannya:

Jumlah keranjang = 2 jenis/orang

Jumlah pekerja = 8 orang tiap sisi (total 16)

Jumlah keranjang total = jumlah keranjang x jumlah pekerja
= 2 jenis/orang x 16 orang
= 32 jenis

Luas per keranjang = 1 m²/buah

Luas tempat keranjang = luas per keranjang x jumlah keranjang
= 1 m²/buah x 32 jenis
= 32 m²

Luas untuk 5 konveyor adalah:

Luas = luas tempat keranjang x 2 sisi x 5 konveyor
= 32 m² x 2 x 5
= 320 m²

d. Gudang penyimpanan daur ulang

Sampah yang akan di daur ulang, tidak akan dilakukan di TPA Jabon secara langsung, namun akan dikirim ke instansi yang melakukan proses daur ulang sampah. Sehingga sampah-sampah yang dapat di daur ulang akan disimpan di suatu gudang penyimpanan dan akan di angkut setiap harinya secara rutin, Perhitungan luas area gudang yang dibutuhkan adalah:

Jumlah sampah yang di daur ulang tahun 2027 = 71478 kg/hari
= 263 m³

Tinggi timbunan sampah hasil daur ulang = 1,5 m

Luas gudang = Volume sampah / tinggi timbunan
= 263 m³ / 1,5 m
= 176 m²

Pada proses pemilahan sampah, direncanakan tidak akan menggunakan sistem pemilahan otomatis, namun dengan menggunakan sistem manual yakni dengan menggunakan tenaga manusia, hal ini dikarenakan beberapa hal:

- a) Jenis sampah yang dipisahkan cukup spesifik.

b) Kurangnya tenaga ahli untuk mengoperasikan alat yang lebih canggih.

Maka luas lahan total yang dibutuhkan untuk *sorting* dan daur ulang terdapat pada Tabel 4.18

Tabel 4. 18 Kebutuhan Lahan

No	Kebutuhan Lahan	Luas (m)	Luas(Ha)
1	Area penerimaan	1254,88	0,13
2	Area pemilahan	120	0,01
3	Keranjang pemilahan	320	0,03
4	Gudang daur ulang	176	0,02
Total		1870,88	0,19

B. Pengomposan

Pengomposan merupakan pengelolaan sampah yang sesuai untuk sampah kebun dan sampah sisa makanan yang masuk ke TPA Jabon. Berdasarkan potensi pengelolaan sampah TPA Jabon, prosentasi sampah yang dikomposkan adalah sebesar 52,31% dari total sampah yang masuk setiap harinya. Kapasitas area pengomposan sampah adalah mengacu pada jumlah timbulan sampah pada tahun 2027.

Pada proses pengomposan, direncanakan menggunakan sistem *windrow*. *Windrow* adalah proses pembuatan kompos yang paling sederhana. Bahan baku kompos ditumpuk memanjang, tinggi tumpukan 0.6 sampai 1 meter, lebar 2-5 meter. Sistem ini memanfaatkan sirkulasi udara secara alami. Optimalisasi lebar, tinggi dan panjang nya tumpukan sangat dipengaruhi oleh keadaan bahan baku, kelembaban, ruang pori, dan sirkulasi udara untuk mencapai bagian tengah tumpukan bahan baku. Idealnya adalah pada tumpukan bahan baku ini harus dapat melepaskan panas, untuk mengimbangi pengeluaran panas yang ditimbulkan sebagai hasil proses dekomposisi bahan organik oleh mikroba.

Spesifikasi alat yang dibutuhkan untuk digunakan dalam proses pengomposan adalah sebagai berikut:

1. Mesin pencacah kompos (www.alatpertanian.net)
P x l x t box = 1600 x 970 x 2200 mm
Kapasitas = 1000 kg/jam



Gambar 4. 7 Alat Pencacah Kompos

2. Mesin pengayak kompos (www.alatpertanian.net)
 P x l x t box = 5250 x 1600 x 1800 mm
 Kapasitas = 500-650 kg/jam



Gambar 4. 8 Alat Pengayak Kompos

Besarnya sampah yang akan dikomposkan pada tahun 2027 adalah:

a. Lahan pencacahan

Jumlah dikomposkan tahun 2027 = 267,487 ton/hari

Volume sampah per hari = $\frac{267487 \text{ kg/hari}}{272,82 \text{ kg/m}^3}$
 = 980,45 m³

Jam kerja = 16 jam (2 shift)

$$\begin{aligned}
\text{Volume sampah per jam} &= \frac{16718 \text{ kg/jam}}{272,82 \text{ kg/m}^3} \\
&= 61,3 \text{ m}^3/\text{jam} \\
\text{Waktu maksimal penimbunan} &= 1 \text{ jam} \\
\text{Volume} &= 61,3 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1 \text{ jam} \\
&= 61,3 \text{ m}^3 \\
\text{Tinggi timbunan} &= 1 \text{ m} \\
\text{Luas lahan} &= 61,3 \text{ m}^3 / 1 \text{ m} \\
&= 61,3 \text{ m}^2 \\
\text{Panjang} = \text{lebar} &= (61,3 \text{ m}^2)^{0,5} \\
&= 7,83 \text{ m} \\
\text{Lahan pekerja} &= 1 \text{ m}
\end{aligned}$$

Sehingga lahan total yang dibutuhkan adalah:

$$\begin{aligned}
\text{Panjang} &= 7,83 \text{ m} + 1 \text{ m} \\
&= 8,83 \text{ m} \\
\text{Lebar} &= 7,83 \text{ m} + 1 \text{ m} \\
&= 8,83 \text{ m} \\
\text{Luas lahan} &= P \times L \\
&= 8,83 \text{ m} \times 8,83 \text{ m} \\
&= 77,97 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

Pada lahan ini akan digunakan alat pencacah kompos. Alat yang digunakan sejumlah 16 unit.

$$\begin{aligned}
\text{Mesin pencacah yang dibutuhkan} &= \frac{16718 \text{ kg/jam}}{1000 \text{ kg/jam}} \\
&= 16 \text{ unit}
\end{aligned}$$

Dimensi ditambah 0,5 m untuk ruang gerak pekerja, sehingga dimensinya:

$$\begin{aligned}
\text{Panjang} &= 1,6 \text{ m} + 1 \text{ m} \\
&= 2,6 \text{ m} \\
\text{Lebar} &= 0,97 \text{ m} + 1 \text{ m} \\
&= 1,97 \text{ m} \\
\text{Luas lahan} &= P \times L \\
&= 2,6 \text{ m} \times 1,97 \text{ m} \\
&= 5,12 \text{ m}^2 \text{ (untuk 1 unit)} \\
\text{Luas total} &= 5,12 \text{ m}^2 \times 16 \\
&= 81,92 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

b. Lahan pengomposan

$$\begin{aligned} \text{Volume sampah per hari} &= \frac{267487 \text{ kg/hari}}{272,82 \text{ kg/m}^3} \\ &= 980,45 \text{ m}^3 \\ \text{Rencana tinggi tumpukan} &= 1 \text{ m} \\ \text{Panjang rencana} &= 10 \text{ m} \\ \text{Lebar rencana} &= 2 \text{ m} \\ \text{Jumlah tumpukan} &= 980,45 \text{ m}^3 / (1 \times 10 \times 2) \\ &= 49 \text{ tumpukan} \\ \text{Luas 1 timbunan kompos} &= 1 \text{ m} \times 10 \text{ m} \times 2 \text{ m} \\ &= 20 \text{ m}^2 \\ \text{Luas 49 total} &= 49 \times 20 \text{ m}^2 \\ &= 980 \text{ m}^2 \\ \text{Kompos akan matang pada hari ke-30} & \\ \text{Luas total} &= 49 \times 30 \times 20 \text{ m}^2 \\ &= 29400 \text{ m}^2 \\ \text{Jarak antar timbunan} &= 30 \text{ cm} \\ \text{Total luas jarak} &= \text{Jarak} \times \text{panjang} \times \text{jumlah} \\ &= 0,3 \text{ m} \times 10 \text{ m} \times 49 \\ &= 147 \text{ m}^2 \\ \text{Luas lahan total pengomposan} &= \text{Luas timbunan} + \text{luas jarak} \\ &= 29400 \text{ m}^2 + 147 \text{ m}^2 \\ &= 29547 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

c. Lahan pengayakan kompos

Lahan ini merupakan lahan untuk mengayak kompos yang telah matang. Volume sampah akan menyusut 1/3 dari volume sampah awal yang belum di terdegradasi.

Pada proses pengomposan menjadi kompos matang, diperkirakan akan terjadi 2 jenis kompos yakni kompos halus dan kompos sedang dengan presentasi 75% : 25% . Sehingga volume masing-masing kompos adalah:

$$\begin{aligned} \text{Volume kompos matang perhari} &= 980,45 \text{ m}^3 \times 1/3 \\ &= 325,81 \text{ m}^3 \\ \text{Rencana tinggi tumpukan} &= 1 \text{ m} \\ \text{Kompos halus} &= 75\% \times 325,81 \text{ m}^3 \\ &= 244,34 \text{ m}^3 \\ \text{Luas lahan} &= 244,34 \text{ m}^3 / 1 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 244,34 \text{ m}^2 \\
 \text{Panjang} = \text{lebar} &= (244,34 \text{ m}^2)^{0,5} \\
 &= 15,63 \text{ m} \\
 \text{Kompos sedang} &= 25\% \times 325,81 \text{ m}^3 \\
 &= 81,45 \text{ m}^3 \\
 \text{Luas lahan} &= 81,45 \text{ m}^3 / 1 \text{ m} \\
 &= 81,45 \text{ m}^2 \\
 \text{Panjang} = \text{lebar} &= (81,45 \text{ m}^2)^{0,5} \\
 &= 9,02 \text{ m} \\
 \text{Total luas lahan} &= 244,34 \text{ m}^2 + 81,45 \text{ m}^2 \\
 &= 325,79 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Akan ditambahkan luas lahan untuk ruang gerak pekerja sebesar 2 m^2 . Sehingga luas totalnya menjadi $327,79 \text{ m}^2$.

Kompos yang telah jadi akan menyusut sebesar $1/3$ dari sampah awal, maka kompos matang perhari sebanyak

Pada pengayakan kompos, akan digunakan alat sebanyak:

$$\begin{aligned}
 \text{Volume kompos per hari} &= 267487 \text{ kg/hari} \times 1/3 \\
 &= 89162 \text{ kg/hari} \\
 \text{Jam kerja} &= 16 \text{ jam/hari} \\
 \text{Kompos yang dihasilkan per jam} &= 89162 \text{ kg/hari} / 16 \\
 &\quad \text{jam/hari} \\
 &= 5573 \text{ kg/jam} \\
 \text{Mesin pengayak yang dibutuhkan} &= \frac{5572 \text{ kg/jam}}{650 \text{ kg/jam}} \\
 &= 8,5 \text{ unit} \\
 &= 9 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

Pada peletakkan alat pengayakan kompos, akan diberi jarak $0,5 \text{ m}$ untuk ruang gerak pekerja, sehingga dimensi alat yakni:

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 5,25 \text{ m} + 0,5 \text{ m} \\
 &= 5,75 \text{ m} \\
 \text{Lebar} &= 1,6 \text{ m} + 0,5 \text{ m} \\
 &= 2,1 \text{ m} \\
 \text{Luas lahan} &= P \times L \\
 &= 5,75 \text{ m} \times 2,1 \text{ m} \\
 &= 12,075 \text{ m}^2 \\
 \text{Luas lahan total} &= 327,79 \text{ m}^2 + 12,075 \text{ m}^2 \\
 &= 339,865 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Luas area total yang dibutuhkan untuk area pengomposan dapat dilihat pada Tabel 4.19

Tabel 4. 19 Lahan Total Area Pengomposan

No	Kebutuhan Lahan	Luas (m)	Luas(Ha)
1	Lahan pencacahan	81,92	0,01
2	Lahan pengomposan	29547	2,95
3	Lahan pengayakan	339,865	0,03
Total		29968,79	3,00

Luas lahan yang dibutuhkan untuk area pengomposan adalah sebesar 3 Ha.

Jumlah pekerja yang dibutuhkan untuk area pengomposan masing-masing pekerjaan adalah:

- a. Proses pencacahan kompos
Mesin pencacah kompos yang dibutuhkan hingga tahun 2027 adalah sebanyak 16 buah. Pekerja yang dibutuhkan untuk melakukan pekerjaan pencacahan adalah 16 orang.
- b. Proses penimbunan kompos
Jumlah timbunan sampah yang dihasilkan setiap harinya adalah sebesar 49 tumpukan. 1 orang pekerja akan dibebankan untuk mengawasi dan mengatur timbunan kompos yakni 10 timbunan per orang. Sehingga jumlah pekerja yang dibutuhkan adalah sebanyak 5 orang.
- c. Proses pengayakan
Mesin pengayakan yang dibutuhkan hingga tahun 2027 adalah 9 buah, maka jumlah pekerja yang akan bertugas di mesin pengayak sampah sebanyak 9 orang.

C. Insinerasi

Salah satu pengolahan termal pada skenario pengelolaan sampah TPA Jabon adalah insenerasi. Sampah yang masuk ke insinerasi pada tahun 2027 adalah sebesar 172,414 ton/hari pada skenario 1 dan 161,215 ton/hari. Jumlah sampah skenario 1 dan 3 tidak terlalu berbeda sehingga yang dijadikan patokan adalah kuantitas sampah pada skenario 1. Jenis insinerator yang direncanakan adalah Kapasitas insinerasi yang akan digunakan (sumber: www.inciner8.com) adalah:

Jumlah sampah per hari = 172414 kg/hari

Waktu operasi = 24 jam

Jenis insinerator rencana:

- Tipe I8-1000 *general incenerator*
- Volume ruang pembakaran = 82,2 m³
- Kapasitas pembakaran = maksimal 1000 kg/jam
- Temperatur = 850-1300°C
- Terdapat monitor suhu
- Panjang = 6490 mm
- Lebar = 2000 mm
- Tinggi = 6260 mm
- Berat = 21500 kg



Gambar 4. 9 Insinerasi I-8

Jumlah sampah yang diinsinerasi per jam adalah:

$$\text{Jumlah sampah perjam} = \frac{172414 \text{ kg/hari}}{24 \text{ jam/hari}} = 7184 \text{ kg/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah insinerator yang dibutuhkan} &= \frac{7184 \text{ kg/jam}}{1000 \text{ kg/jam}} \\ &= 7 \text{ unit} \end{aligned}$$

Kebutuhan luas lahan untuk sistem insinerasi:

- Jumlah insinerator 2027 = 7 unit
- Luas unit = panjang x lebar

$$= 6,49 \text{ m} \times 2 \text{ m}$$

$$= 12,98 \text{ m}^2$$

- Jarak antar insinerator = 1 m
Luas total jarak = Panjang insinerator x jarak x (jumlah-1)
= 1 m x 6,49m x 6
= 38,94 m²
- Luas total keseluruhan = 12,98 m² + 38,94 m²
= 51,92 m²
= 52 m²

Insinerator yang dibutuhkan dengan kapasitas 1000 kg/jam, maka dibutuhkan sebanyak 7 buah. Jumlah ini tidak langsung digunakan pada tahun awal pelaksanaan. Jumlah dapat dilakukan secara bertahap. Hingga mencapai jumlah maksimal yang dapat digunakan. Jumlah pekerja yang dibutuhkan untuk mengawasi proses insinerasi adalah sebanyak 2 orang/insinerator. Sehingga jumlah pekerja hingga tahun 2027 adalah sebanyak 21 orang per hari yang bekerja selama 24 jam, sehingga waktu kerja di bagi menjadi 3 *shift* dan masing-masing menjadi 7 orang per *shift* kerja.

D. Sanitary Landfill

Dalam penelitian ini, salah satu aspek teknis penting adalah penentuan luas area *sanitary landfill* yang dibutuhkan untuk menampung sampah yang masuk ke TPA Jabon untuk masing-masing skenario pengelolaan sampah. Perhitungan luas daerah penimbunan (*landfill*) untuk masing-masing skenario adalah sebagai berikut:

1. Skenario 1

Skenario 1, sampah yang ditimbun di *landfill* hanyalah sisa abu pembakaran insinerasi. Jumlah abu sisa pembakaran sampah tersebut untuk totalnya yakni sebesar 177264,32 ton selama 10 tahun. Rincian per tahunnya terdapat pada Tabel 4.20

Tabel 4. 20 Timbulan Sampah di *Sanitary Landfill* Skenario 1

<u>Tahun</u>	<u>Jumlah Sampah (ton/tahun)</u>
2017	12636,45
2018	13324,95
2019	14015,84

2020	14709,12
2021	15404,80
2022	16102,88
2023	16803,38
2024	17506,29
2025	18211,63
2026	18919,39
2027	19629,60
Total	177264,32

Perhitungan jumlah abu yang dihasilkan dari pembakaran yakni sebesar 31,19% (maksimal abu yang dihasilkan oleh alat insenertor). Kemudian dikalikan dengan jumlah sampah yang masuk ke insinerasi.

$$\begin{aligned} & \text{Sisa abu pembakaran sampah tahun 2017} \\ & = \text{Jumlah sampah yang diinsinerasi} \times \text{kadar abu} \\ & = 40511,73 \text{ ton/tahun} \times 31,19\% \\ & = 12636,45 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan timbulan tersebut digunakan untuk menghitung luas area penimbunan. Dalam perencanaan ini, kedalaman sampah terkompaksi yang akan digunakan adalah sebesar 7m dan densitas sampah terkompaksi yang di *landfill* menurut Damanhuri dan Padmi (2010) adalah sebesar 600 kg/m³ hingga 800 kg/m³ dan nilai yang digunakan pada penelitian ini yakni 600 kg/m³.

Perhitungan lahan *landfill* yang akan digunakan adalah dengan menggunakan cara cepat, yakni:

$$\begin{aligned} \text{Total timbunan tahun 2027} & = 177264,32 \text{ ton} \\ & = 177264320 \text{ kg}/600 \text{ kg/m}^3 \\ & = 295440,53 \text{ m}^3 \\ \text{Ketinggian sel maksimal} & = 7 \text{ m} \\ \text{Luas lahan timbunan} & = \frac{\text{total timbunan}}{\text{ketinggian sel maksimal}} \\ & = \frac{295440,53 \text{ m}^3}{7 \text{ m}} \\ & = 42205,79 \text{ m}^2 \\ & = 4,2 \text{ Ha} \end{aligned}$$

Luas timbunan diasumsikan sebesar 70% dari luas timbunan total, sehingga:

$$\begin{aligned} \text{Luas lahan total} &= \text{Luas lahan timbunan} \times \frac{100}{7} \\ &= 4,2 \text{ Ha} \times \frac{100}{70} \\ &= 6 \text{ Ha} \end{aligned}$$

2. Skenario 2

Sampah yang ditimbun di *sanitary landfill* adalah sampah yang tidak dikomposkan dan tidak di daur ulang. Jumlah sampah yang ditimbun tersebut terdapat pada Tabel 4.18.

Tabel 4. 21 Timbunan Sampah di *Sanitary Landfill* Skenario 2

Tahun	Jumlah Sampah (ton)
2017	40511,73
2018	42719,03
2019	44933,98
2020	139866,23
2021	49386,91
2022	153119,27
2023	159780,15
2024	56124,18
2025	58385,45
2026	60654,51
2027	186654,15
Total	992135,59

Total sampah yang ditimbun selama 10 tahun untuk skenario 2 adalah sebesar 992135,59 ton.

Perhitungan lahan *landfill* yang akan digunakan adalah dengan menggunakan cara cepat, yakni:

$$\begin{aligned} \text{Total timbunan tahun 2027} &= 992135,59 \text{ ton} \\ &= 992135590 \text{ kg}/600 \text{ kg/m}^3 \\ &= 1653559,31 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Ketinggian sel maksimal} = 7 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas lahan timbunan} &= \frac{\text{total timbunan}}{\text{ketinggian sel maksimal}} \\ &= \frac{1653559,31 \text{ m}^3}{7 \text{ m}} \\ &= 236222,75 \text{ m}^2 \\ &= 23,62 \text{ Ha} \end{aligned}$$

$$\text{Luas lahan total} = \text{Luas lahan timbunan} \times \frac{100}{7}$$

$$= 23,62 \text{ Ha} \times \frac{100}{70}$$

$$= 33,7 \text{ Ha}$$

3. Skenario 3

Sampah yang ditimbun di *sanitary landfill* pada skenario 3 adalah sampah sisa abu pembakaran insinerasi dan jenis sampah lain-lain yang langsung ditimbun di *landfill*. Tabel 4.19 adalah rincian jumlah sampah pertahun.

Tabel 4. 22 Timbulan Sampah di *Sanitary Landfill* Skenario 3

Tahun	Jumlah Sampah (ton)
2017	14447,09
2018	15234,25
2019	16024,13
2020	16816,75
2021	17612,12
2022	17612,12
2023	19211,09
2024	20014,73
2025	20821,13
2026	21630,31
2027	22442,28
Total	201866,00

Total sampah yang ditimbun selama 10 tahun adalah sebesar 201866 ton.

Perhitungan lahan *landfill* yang akan digunakan adalah dengan menggunakan cara cepat, yakni:

$$\begin{aligned} \text{Total timbunan tahun 2027} &= 201866 \text{ ton} \\ &= 201866000 \text{ kg}/600 \text{ kg/m}^3 \\ &= 336443,3 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Ketinggian sel maksimal} = 7 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas lahan timbunan} &= \frac{\text{total timbunan}}{\text{ketinggian sel maksimal}} \\ &= \frac{336443,3 \text{ m}^3}{7 \text{ m}} \\ &= 48063,333 \text{ m}^2 \\ &= 4,8 \text{ Ha} \end{aligned}$$

$$\text{Luas lahan total} = \text{Luas lahan timbunan} \times \frac{100}{7}$$

$$= 4,8 \text{ Ha} \times \frac{100}{70}$$

$$= 6,9 \text{ Ha}$$

Masing-masing skenario sampah pada saat proses penimbunan di *landfill* akan menggunakan beberapa alat berat, yang terdiri atas *bulldozer*, *excavator*, dan *loader*. Masing-masing alat akan dimiliki sebanyak 2 alat sebagai alat cadangan agar apabila salah satu alat tidak berfungsi, maka terdapat cadangan alat sehingga proses penimbunan sampah tetap berjalan dengan baik. Jumlah pekerja yang akan menjadi operator untuk masing-masing alat adalah 1 orang, sehingga jumlah pekerja untuk 1 *shift* kerja (8 jam) adalah 3 orang.

Masing-masing skenario membutuhkan lahan dengan luasan yang berbeda-beda dan juga membutuhkan sejumlah peralatan yang dibutuhkan untuk mendukung skenario pengelolaan sampah yang ada di TPA Jabon. Tabel 4.22 adalah kebutuhan lahan untuk masing-masing skenario dan Tabel 4.23 adalah kebutuhan peralatan yang menunjang pengelolaan sampah di TPA Jabon.

Tabel 4. 23 Kebutuhan Lahan Masing-Masing Skenario

Skenario	Kebutuhan lahan	Luas (m2)	Luas (Ha)
1	Lahan daur ulang	1870,88	0,19
	Lahan pengomposan	29968	3,00
	Lahan insinerasi	52	0,0052
	Total	31890,88	3,19
2	Lahan daur ulang	1870,88	0,187088
	Lahan pengomposan	29968	2,9968
	Lahan <i>landfill</i>	337000	33,7
	Total	368838,88	36,88
3	Lahan daur ulang	1870,88	0,187088
	Lahan pengomposan	29968	2,9968
	Lahan insinerasi	52	0,0052
	Lahan <i>landfill</i>	69000	6,9
	Total	100890,88	10,09

Tabel 4. 24 Jumlah Kebutuhan Peralatan per Skenario

Skenario	Kebutuhan Peralatan	Jumlah (buah)
1	<i>Belt Coveyor</i>	6
	Mesin pencacah kompos	16
	Mesin pengayak kompos	9
	Insinerator	7
2	<i>Belt Coveyor</i>	6
	Mesin pencacah kompos	16
	Mesin pengayak kompos	9
	<i>Bulldozer</i>	2
	<i>Excavator</i>	2
	<i>Loader</i>	2
	3	<i>Belt Coveyor</i>
Mesin pencacah kompos		16
Mesin pengayak kompos		9
Insinerator		7
<i>Bulldozer</i>		2
<i>Excavator</i>		2
<i>Loader</i>		2

Tabel 4. 25 Jumlah Kebutuhan Pekerja per Skenario

Skenario	Jenis pekerjaan	Jumlah Pekerja 1 Shift (orang)	Jumlah Pekerja total (orang)
1	Area Penerimaan	1	2
	Pemilahan sampah	80	160
	Pengawas lapangan gudang sampah daur ulang	1	2
	Proses pencacah kompos	16	32
	Proses penimbunan kompos	5	10
	Proses pengayakan kompos	9	18
	Proses insinerasi	7	21
	Total	119	245
	2	Area Penerimaan	1

Skenario	Jenis pekerjaan	Jumlah Pekerja 1 Shift (orang)	Jumlah Pekerja total (orang)
	Pemilahan sampah	80	160
	Pengawas lapangan gudang sampah daur ulang	1	2
	Proses pencacah kompos	16	32
	Proses penimbunan kompos	5	10
	Proses pengayakan kompos	9	18
	Operator <i>bulldozer</i>	1	2
	Operator <i>excavator</i>	1	2
	Operator <i>loader</i>	1	2
	Total	115	230
	Area Penerimaan	1	2
	Pemilahan sampah	80	160
	Pengawas lapangan gudang sampah daur ulang	1	2
	Proses pencacah kompos	16	32
3	Proses penimbunan kompos	5	10
	Proses pengayakan kompos	9	18
	Proses insinerasi	7	21
	Operator <i>bulldozer</i>	1	2
	Operator <i>excavator</i>	1	2
	Operator <i>loader</i>	1	2
	Total	122	251

Dari hasil evaluasi aspek teknis yang telah dilakukan, terutama terhadap ketersediaan lahan untuk 10 tahun ke depan dan sesuai perencanaan Pemerintah Kabupaten Sidoarjo yakni perluasan sebesar 13 Ha, maka skenario yang direkomendasikan adalah skenario 1. Hal ini dikarenakan jumlah lahan yang dibutuhkan adalah sebesar 9,19 Ha. Jika dibandingkan dengan skenario 3 yang menggunakan proses insinerasi juga, namun jenis sampah yang akan diinsinerasi lebih spesifik, sehingga akan menambah jumlah jenis pemilahan pada saat proses *sorting*. Tentu saja hal ini akan menambah jumlah keranjang dan beban pekerjaan. Sehingga rekomendasi skenario dari aspek teknis adalah skenario 1.

4.5 Analisis *Life Cycle Assessment* (LCA) Skenario Pengelolaan Sampah di TPA Jabon

Analisis *Life Cycle Assessment* (LCA) dilakukan sebagai langkah dalam menentukan dampak-dampak lingkungan yang dihasilkan oleh masing-masing skenario pengelolaan sampah sehingga dapat ditentukannya pengelolaan sampah yang menghasilkan emisi lingkungan paling kecil.

4.5.1 Penentuan Tujuan dan Batasan

Tujuan (*goal*) dari penggunaan metode LCA adalah untuk mengetahui dampak lingkungan (terdiri dari gas rumah kaca, asidifikasi, eutrofikasi, *photochemical oxidation*, *ozone layer depletion*, dan *abiotic depletion*) yang dihasilkan dari masing-masing skenario pengelolaan sampah yang direncanakan.

Dalam batasan penelitian ini, fungsi unit yang digunakan untuk *Life Cycle Inventory* (LCI) adalah kuantitas sampah pada tahun 2017 dan tahun proyeksi yakni tahun 2027. Kuantitas sampah yang digunakan adalah kuantitas sampah yang masuk ke TPA Jabon Kabupaten Sidoarjo. Batasan penelitian untuk masing-masing skenario pengelolaan sampah TPA Jabon, telah dijelaskan pada bab metodologi penelitian.

4.5.2 Penentuan Inventarisasi Data Daur Hidup

Life Cycle Inventory (LCI) merupakan proses inventarisasi data berupa bahan dan energi yang digunakan pada saat proses masing-masing skenario. LCI dianalisis untuk tahun 2017 dan tahun proyeksi (tahun 2027). LCI didapatkan dengan mengalikan prosentasi sampah dengan kuantitas sampah eksisting 2017 dan sampah pada tahun 2027. Input kuantitas sampah pada kondisi eksisting (tahun 2017) dan tahun proyeksi (2027) disajikan pada Tabel 4.22. Data hasil perhitungan tersebut, menjadi data yang akan dimasukkan ke dalam *software* SimaPro untuk inventarisasi data metode LCA.

Tabel 4. 26 Hasil Perhitungan *Life Cycle Inventory* Kuantitas Sampah

Jenis Sampah	Prosentase masing-masing sampah (%)	Kuantitas sampah tiap komposisi (ton)	
		2017	2027
Plastik			
HDPE	1,95	2341,57	3637,42
LDPE	10,95	13152,75	20431,63
PET			
-warna	0,23	280,87	436,30
-transparan	0,50	599,29	930,94
PS sterofom	0,29	352,96	548,30
PP bag	0,37	443,08	688,29
Others	1,31	1575,57	2447,50
Sub Total Plastik	15,60	18746,08	29120,38
Dapat dikomposkan			
sisa makanan/karak	34,77	41777,29	64897,31
sampah kebun/taman	26,77	32164,68	49964,98
Sub Total Dapat dikomposkan	61,54	73941,97	114862,3
Kertas			
Majalah	0,44	531,70	825,94
Buku	0,90	1076,91	1672,89
koran	0,43	515,18	800,28
HVS/duplek	0,45	537,71	835,28
others	1,78	2140,31	3324,78
Sub Total Kertas	2,66	4801,80	7459,17
Karton	1,86	2237,93	3476,43
Besi			
-kaleng	0,05	54,07	83,99

Jenis Sampah	Prosentase masing-masing sampah (%)	Kuantitas sampah tiap komposisi (ton)	
		2017	2027
-non kaleng	0,06	67,59	104,99
non besi	0,02	28,54	44,33
Kabel (tembaga)	0,04	45,06	70,00
Sub Total Besi	0,16	195,26	303,31
Kaca			
botol kaca	0,09	108,14	167,99
kaca lain	0,17	207,27	321,98
Sub Total Kaca	0,25	315,41	489,97
Kain	4,80	5770,57	8964,07
Karet	0,54	648,85	1007,93
Diapers			
popok	9,58	11508,09	17876,80
non popok (pembalut)	0,82	989,80	1537,56
Sub Total Diapers	10,40	12497,89	19414,36
Lainnya	1,92	2311,53	3590,76
B3	0,27	319,92	496,97
Total	100%	120157,5	186654,15

4.5.3 Perkiraan Dampak pada LCA

Perkiraan dampak pada penelitian ini menggunakan *software* SimaPro v.8.3. Metode pada SimaPro yang digunakan untuk memperkirakan besarnya dampak yang terjadi pada penelitian ini adalah metode EPD (2013). Metode EPD (2013) dipilih karena metode dengan tahun yang paling baru dan sesuai dengan kebutuhan analisis. Pada kajian ini perbandingan skenario dilakukan untuk membandingkan dampak lingkungan yang dihasilkan sehingga dapat dianalisis skenario manakah yang menghasilkan dampak lingkungan paling kecil.

Hasil dari pengolahan data di LCI sebelumnya dimasukkan ke dalam SimaPro pada bagian material. Masing-masing jenis sampah yang masuk, diinventarisasi ke dalam SimaPro secara spesifik. Kalkulasi untuk proses kuantifikasi dampak lingkungan yang dihasilkan dilakukan dengan proses input material ke dalam *product stage* tahapan *assembly*. Hasil yang didapatkan adalah dampak per unit fungsi.

Tiap skenario sampah menggunakan fungsi unit untuk tiap tahun eksisting (2017) sebesar 120157,58 ton/tahun dan untuk tahun proyeksi sebesar 186654,15 ton/tahun. Berikut ini adalah rincian LCIA untuk kondisi eksisting dan proyeksi untuk tiap kajian dampak:

A. Skenario 0

Hasil karakterisasi nilai dampak yang dihasilkan oleh skenario 0 pada tahun eksisting (2017) adalah:

- Dampak Gas Rumah Kaca (GRK) sebesar 2,26E8 kg CO₂ eq.
- Dampak Asidifikasi sebesar 1,67E6 kg SO₂ eq.
- Dampak Eutrofikasi sebesar 6,63E5 kg PO₄ eq.
- Dampak *Ozone layer depletion* sebesar 9,56 kg CFC-11 eq
- Dampak *Photochemical oxidation* sebesar 5,54E4 kg C₂H₄ eq.
- Dampak *Abiotic depletion* sebesar 295 kg Sb eq.

Hasil karakterisasi nilai dampak yang dihasilkan oleh skenario 0 pada tahun proyeksi (2027) adalah:

- Dampak Gas Rumah Kaca (GRK) sebesar 6,09E8 kg CO₂ eq.
- Dampak Asidifikasi sebesar 2,04E6 kg SO₂ eq.
- Dampak Eutrofikasi sebesar 7,07E5 kg PO₄ eq.
- Dampak *Ozone layer depletion* sebesar 14,5 kg CFC-11 eq
- Dampak *Photochemical oxidation* sebesar 1,49E5 kg C₂H₄ eq.
- Dampak *Abiotic depletion* sebesar 787 kg Sb eq.

B. Skenario 1

Hasil karakterisasi nilai dampak yang dihasilkan oleh skenario 1 pada tahun eksisting (2017) adalah:

- Dampak Gas Rumah Kaca (GRK) sebesar 2,09E8 kg CO₂ eq.
- Dampak Asidifikasi sebesar 7,07E5 kg SO₂ eq.
- Dampak Eutrofikasi sebesar 2,53E5 kg PO₄ eq.
- Dampak *Ozone layer depletion* sebesar 4,91 kg CFC-11 eq
- Dampak *Photochemical oxidation* sebesar 5,09E4 kg C₂H₄ eq.
- Dampak *Abiotic depletion* sebesar 263 kg Sb eq.

Hasil karakterisasi nilai dampak yang dihasilkan oleh skenario 1 pada tahun proyeksi (2027) adalah:

- Dampak Gas Rumah Kaca (GRK) sebesar 3,23E8 kg CO₂ eq.
- Dampak Asidifikasi sebesar 1,15E6 kg SO₂ eq.
- Dampak Eutrofikasi sebesar 5,58E5 kg PO₄ eq.
- Dampak *Ozone layer depletion* sebesar 8,23 kg CFC-11 eq.
- Dampak *Photochemical oxidation* sebesar 9,01E4 kg C₂H₄ eq.
- Dampak *Abiotic depletion* sebesar 408 kg Sb eq.

C. Skenario 2

Hasil karakterisasi nilai dampak yang dihasilkan oleh skenario 2 pada tahun eksisting (2017) adalah:

- Dampak Gas Rumah Kaca (GRK) sebesar 1,42E8 kg CO₂ eq.
- Dampak Asidifikasi sebesar 4,73E5 kg SO₂ eq.
- Dampak Eutrofikasi sebesar 1,58E5 kg PO₄ eq.
- Dampak *Ozone layer depletion* sebesar 3,99 kg CFC-11 eq
- Dampak *Photochemical oxidation* sebesar 3,44E4 kg C₂H₄ eq.
- Dampak *Abiotic depletion* sebesar 246 kg Sb eq.

Hasil karakterisasi nilai dampak yang dihasilkan oleh skenario 2 pada tahun proyeksi (2027) adalah:

- Dampak Gas Rumah Kaca (GRK) sebesar 2,82E8 kg CO₂ eq.
- Dampak Asidifikasi sebesar 1,12E6 kg SO₂ eq.
- Dampak Eutrofikasi sebesar 3,95E5 kg PO₄ eq.

- Dampak *Ozone layer depletion* sebesar 7,68 kg CFC-11 eq.
- Dampak *Photochemical oxidation* sebesar 8,12E4 kg C₂H₄ eq.
- Dampak *Abiotic depletion* sebesar 405 kg Sb eq.

D. Skenario 3

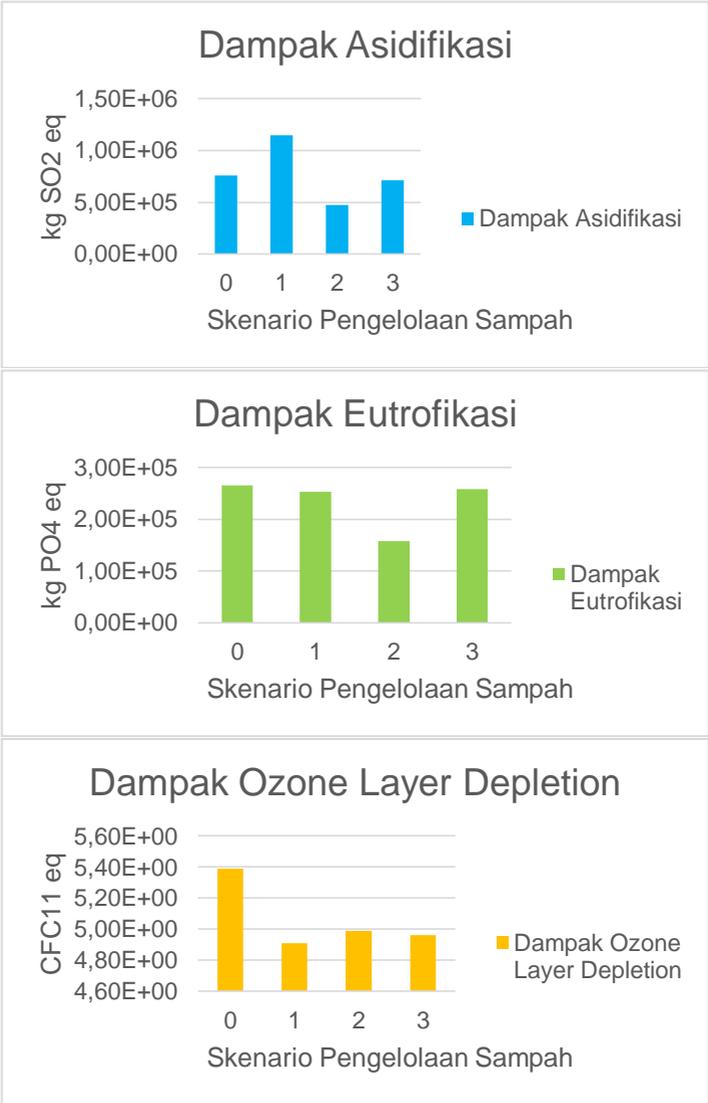
Hasil karakterisasi nilai dampak yang dihasilkan oleh skenario 3 pada tahun eksisting (2017) adalah:

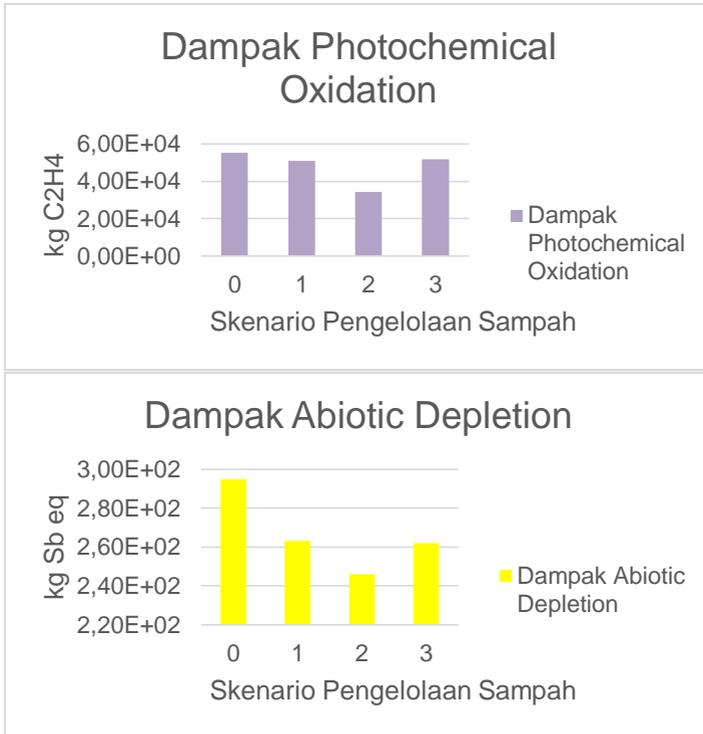
- Dampak Gas Rumah Kaca (GRK) sebesar 2,12E8 kg CO₂ eq.
- Dampak Asidifikasi sebesar 7,15E5 kg SO₂ eq.
- Dampak Eutrofikasi sebesar 2,58E5 kg PO₄ eq.
- Dampak *Ozone layer depletion* sebesar 4,96 kg CFC-11 eq.
- Dampak *Photochemical oxidation* sebesar 5,18E4 kg C₂H₄ eq.
- Dampak *Abiotic depletion* sebesar 262 kg Sb eq.

Hasil karakterisasi nilai dampak yang dihasilkan oleh skenario 3 pada tahun proyeksi (2027) adalah:

- Dampak Gas Rumah Kaca (GRK) sebesar 4,03E8 kg CO₂ eq.
- Dampak Asidifikasi sebesar 1,5E6 kg SO₂ eq.
- Dampak Eutrofikasi sebesar 6,17E5 kg PO₄ eq.
- Dampak *Ozone layer depletion* sebesar 9,39 kg CFC-11 eq.
- Dampak *Photochemical oxidation* sebesar 1,15E5 kg C₂H₄ eq.
- Dampak *Abiotic depletion* sebesar 429 kg Sb eq.

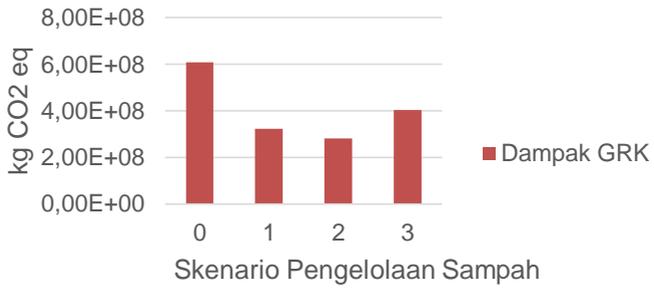
Grafik emisi lingkungan untuk masing-masing skenario dapat dilihat pada Gambar 4.9 dan Gambar 4.10.



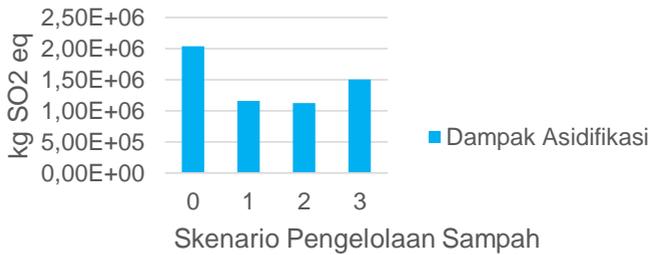


Gambar 4. 10 Grafik Dampak-Dampak Lingkungan Tiap Skenario Tahun 2017

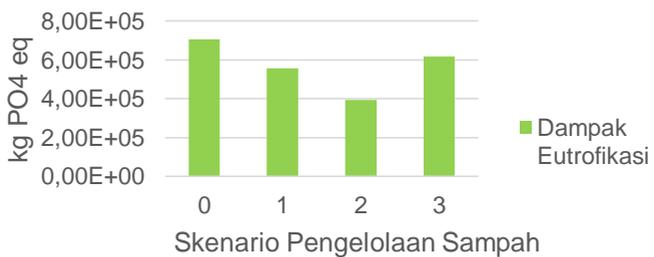
Dampak Gas Rumah Kaca



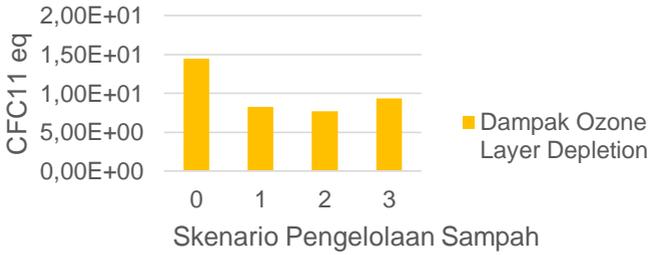
Dampak Asidifikasi



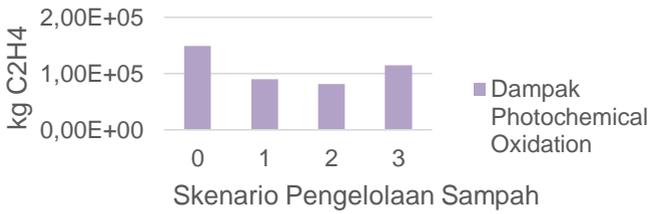
Dampak Eutrofikasi



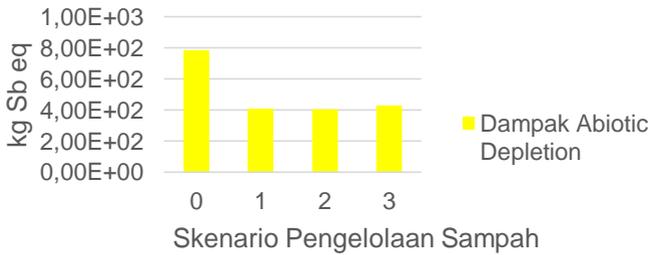
Dampak Ozone Layer Depletion



Dampak Photochemical Oxidation



Dampak Abiotic Depletion



Gambar 4. 11 Grafik Dampak-Dampak Lingkungan Tiap Skenario Tahun 2027

Dampak lingkungan pada tahun 2017 dan tahun 2027 paling kecil dihasilkan pada skenario 2 (daur ulang, pengomposan, dan *sanitary landfill*). Hal ini dikarenakan dengan sistem *sanitary landfill*, telah terdapat pengelolaan lingkungan seperti pengolahan lindi, pengolahan gas, dll. Sehingga dampak yang terjadi terhadap lingkungan dapat berkurang. Nilai dampak pada masing-masing parameter lingkungan meningkat nilainya pada tahun 2027 disebabkan oleh kuantitas timbunan sampah yang masuk ke TPA Jabon berkurang.

Dampak lingkungan terbesar dihasilkan pada skenario 0 (*controlled landfill*). Hal ini wajar terjadi dikarenakan pada skenario ini tidak terdapat pengelolaan lingkungan seperti pengolahan gas atau lindi, juga tidak terdapat upaya pemanfaatan sampah seperti upaya daur ulang maupun pengomposan.

4.5.4 Interpretasi

Interpretasi adalah tahap terakhir dari analisis LCA, yakni penarikan kesimpulan dari potensi pencemaran lingkungan oleh skenario pengelolaan sampah di TPA Jabon. Dari hasil potensi pencemaran yang dihasilkan dari analisis LCA dengan *software* SimaPro, nilai dampak terkecil yang dihasilkan adalah pada skenario 2, yakni daur ulang, pengomposan, dan *sanitary landfill*. Hal ini disebabkan karena pada skenario-skenario yang lain terdapat pengolahan secara termal, yakni proses insinerasi. Insinerasi akan menghasilkan dampak lingkungan terutama polusi udara sehingga dampak-dampak lingkungan akan meningkat dibandingkan dengan penimbunan sampah.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian yang telah dilakukan adalah:

1. Dari segi aspek teknis, skenario pengelolaan sampah yang direkomendasikan adalah skenario 1 yakni daur ulang, pengomposan dan insinerasi. Sedangkan dari aspek lingkungan, skenario pengelolaan sampah yang direkomendasikan adalah skenario 2 yakni terdiri dari daur ulang, pengomposan, dan *sanitary landfill*. Namun pada pelaksanaannya, skenario 2 jauh lebih mudah untuk dilaksanakan, karena proses pengadaan alat pembakaran insinerator belum masuk ke dalam anggaran Pemerintah Kabupaten Sidoarjo, sehingga *sanitary landfill* adalah proses yang paling dapat segera dilaksanakan dalam jangka waktu dekat.
2. Skenario pengelolaan sampah terbaik untuk TPA Jabon adalah skenario 2 (daur ulang, komposisi, dan *sanitary landfill*) dikarenakan hasil perbandingan emisi lingkungan yang dihasilkan paling kecil. Aspek lingkungan untuk skenario 2 pada tahun 2027 adalah GRK 2,82E8 kg CO₂ eq, asidifikasi 1,12E6 kg SO₂ eq, eutrofikasi 3,95E5 kg PO₄ eq, *ozone layer depletion* 7,68 kg CFC eq, *photochemical oxidation* 8,12E4 kg C₂H₄ eq, dan *abiotic depletion* 4,05E2 kg Sb eq.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat dijadikan masukan untuk penelitian-penelitian berikutnya adalah:

1. Perlu dilakukannya perhitungan kajian dampak lingkungan secara teoritis sebagai perbandingan dengan hasil *software* SimaPro.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, A., Muhammad S., Fazli W., Zengqiang Z., Syed N.M.S., Rafiullah, Sajjad Z., Farmanullah K. dan Fazlur R. 2014. **Effect of Composted Rock Phosphate With organic Materials On Yield And Phosphorus Uptake Of Berseem And Maize.** American Journal Of Plant Science. 5:975-984.
- Anindita, D. 2014. **Optimalisasi Sistem Pengangkutan Sampah di Wilayah Utara Kabupaten Sidoarjo.** Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan ITS Surabaya.
- Assamoi, B. dan Lawryshyn, Yuri. 2012. **The Environmental Comparison of Landfilling vs. Incineration of MSW Accounting for Waste Diversion.** Waste Management 32, hal 1019-1030.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 1995. **SNI 19-3964-1995 tentang Metoda Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan Sampah Perkotaan.** Jakarta.
- Banar, M., Zerir C., dan Aysun O. 2009. **Life Cycle Assessment of Solid Waste Management Options for Eskisehir, Turkey.** Waste Management 29 (2009) 54-62.
- Brosur penjualan alat pengomposan. <www.alatpertanian.net> Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan Kabupaten Sidoarjo. 2017.
- Damanhuri, E., dan Padmi, T. 2010. **Buku Ajar Teknik Lingkungan Tentang Pengelolaan Sampah. Bandung: Institut Teknologi Bandung.**
- Goedkoop, M., Michiel O., Jorrit L., Tommie P., dan Ellen M. **Introduction to LCA with SimaPro.** USA: Pre-Sustainability.
- Goosh, S. Dan Syed E.H. 2010. **Sanitary Landfill.** Environmental and Engineering Geology Vol. III. USA: California.
- Halkos, G dan Kleoniki N.P. 2016. **Efficient Waste Management Practices: A Review.** MPRA Paper No. 71518.
- Han, D. 2012. **Concise Environmental Engineering.** Bookboon.com: The eBook Company.
- Haris, N.R.P. 2015. **Ozone Depletion and Related Topics, Long-Term Ozone Changes.** Cambridge:

- Encyclopedia of Atmospheric Science 2nd Edition, volume 4.
- Hermawan. 2013. **Peran *Life Cycle Analysis (LCA)* pada Material Konstruksi dalam Upaya Menurunkan Dampak Emisi Karbon Dioksida pada Efek Gas Rumah Kaca**. Surakarta:Konferensi Nasional Teknik Sipil 7.
- Kiswandayani, A.V., Liliya D.S., dan Ruslan W. 2016. **Komposisi Sampah dan Potensi Emisi Gas Rumah Kaca pada Pengelolaan Sampah Domestik: Studi Kasus TPA Winongo Kota Madiun**. Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan, hal 09.
- Kenaier Machinery Manufacturing. 2017. <URL: https://kenaier.en.alibaba.com/product/60649911261-804384786/belt_conveyor.html>
- Litbang PU. 2009. **Peraturan Menteri Pekerjaan Umum tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga**.
- Palupi, A.H., Ishardita P.T., dan Ratih A.S. 2014. **Evaluasi Dampak Lingkungan Produk Kertas dengan Menggunakan Life Cycle Assessment (LCA) dan Analitic Network Process (ANP)**. Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri Vol.2 No. 5 Halaman 2.
- Pikon, K. 2012. **Abiotic Depletion in Energy and Waste Management System**. ISSN 1429-1675.
- Saheri, S., Masoud A.M., Noor E.A.B., Noor Z.B.M. dan Rawshan A.B. 2012. **Life Cycle Assessment for Solid Waste Disposal Option in Malaysia**. Pol. J. Environ, Stud. Vol. 21, No. 5 (2012), 1377-1382.
- Sunarto, H.S.P., dan Purwanto. 2013. **Pengolahan Sampah Di TPS Tlogomas Malang untuk Mereduksi Jejak Karbon**. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan 2013.
- Tchobanoglous, G., Theisen, H., dan V. Samuel. 1993. **Integrated Solid Waste Management**. New York: Mc Graw Hill.

- Tipka, Jefri. 2011. **Proyeksi Penduduk Berlipat Ganda di Kabupaten Maluku Tengah**. Jurnal ilmu matematika dan terapan Vol 5 No. 02, Hal 32.
- Undang-Undang Republik Indonesia No. 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah.
- Yadav, P. dan Samandder S.R. 2014. **Life cycle assessment of solid waste management options: A Review**. Recent research in Science and Technology 2014, 6(1): 113-116.
- Zakharia, R.O., M. Makmur dan M. Rozikin. 2014. **Implementasi Program Sidoarjo Bersih dan Hijau yang Tertuang dalam Surat Keputusan Bupati No 188 tentang Tim Sidoarjo Bersih dan Hijau**. Jurnal Administrasi Publik (JAP), Vol. 2, No. 4, Hal. 666-672.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Densitas Sampah Per Komponen

Jenis Sampah	Densitas Hari Ke-								Densitas Rata-rata (kg/m ³)
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Plastik									
HDPE	146,2	3,7	45,6	36,6	46,9	73,2	53,7	53,2	57,4
LDPE	93,8	13,8	83,2	93,3	132,1	96,8	98,3	70,1	85,2
PET									
-warna	33,3	3,9	35,0	44,0	15,0	24,3	22,7	27,5	25,7
-transparan	71,9	4,4	18,7	20,1	16,7	17,0	21,4	18,2	23,5
PS sterofoam	8,2	0,9	13,2	11,6	7,1	7,4	4,5	9,5	7,8
PP bag		7,7	47,5	81,3	32,2	52,3	30,0		41,8
others	104,8	2,5	121,4	151,6	89,4	90,0	69,4	84,7	89,2
Sub Total Plastik Dapat dikomposkan									
sisa makanan/karak sampah kebun/taman	1090,0	58,3	471,3	643,9	587,0	451,2	1823,6	416,7	692,7
	28,1	14,8	258,3	417,1	108,9	154,3	476,7	181,3	204,9
Sub Total Dapat dikomposkan Kertas									

Jenis Sampah	Densitas Hari Ke-								Densitas Rata-rata (kg/m ³)
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Majalah	-	-	-	-	-	232,9	-	-	232,9
Buku	-	-	-	-	-	280,8	53,8	-	167,3
koran	31,6	7,1	53,8	69,4	48,0	88,9	35,0	135,7	58,7
HVS/duplek	24,6	-	151,5	-	-	-	-	-	88,0
others	-	19,6	103,8	138,3	127,8	156,3	110,5	182,8	119,9
Sub Total Kertas									
Karton	47,7	18,8	89,7	111,3	41,3	133,6	-	157,5	85,7
Besi									
-kaleng	-	3,0	-	22,0	-	35,7	6,3	-	16,7
-non kaleng	25,0	5,0	100,0	-	68,8	-	27,8	125,0	58,6
non besi	-	-	-	-	-	158,3	-	-	158,3
Kabel (tembaga)	-	5,0	250,0		5,0		75,0	67,9	80,6
Sub Total Besi									
Kaca									
botol kaca	-	-	1833,3	2678,6	116,7	2166,7	1600,0	-	1679,0
kaca lain	-	9,5	183,3	-	-	275,0	350,0	-	204,5
Sub Total Kaca									
Kain	350,0	21,8	532,1	305,3	159,8	160,0	80,7	253,1	232,8
Karet	106,0	10,2	8,8	119,4	90,0	175,0	275,0	100,0	110,5
Diapers									
popok	589,3	57,5	354,1	541,7	432,5	440,8	408,0	465,7	411,2

Jenis Sampah	Densitas Hari Ke-								Densitas Rata-rata (kg/m ³)
	1	2	3	4	5	6	7	8	
non popok (pembalut)	65,6	8,1	82,8	155,0	168,2	233,9	19,1	120,8	106,7
Sub Total Diapers									
Lainnya	92,9	6,4	0.00012	100,0	46,3	53,5	51,0	49,7	57,1
B3	87,5	4,8	20,0	645,0	86,1	108,3	125,0	62,5	142,4

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Komposisi Sampah

Jenis Sampah	Berat Komposisi per Wilayah (kg)								Rata-rata (kg)	Persen (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8		
	B	C	C	B	A	A	D	D		
Plastik										
HDPE	3,45	2,3	2,07	1,99	1,5	1,67	1,46	1,15	1,9488	1,95%
LDPE	12,11	17,83	13,52	8,42	9,46	8,68	8,8	8,75	10,946	10,95%
PET										
-warna	0,16	0,22	0,07	0,37	0,18	0,37	0,39	0,11	0,2338	0,23%
-transparan	0,23	0,91	0,56	0,58	0,16	0,59	0,72	0,24	0,4988	0,50%
PS sterofom	0,24	0,28	0,38	0,37	0,45	0,22	0,13	0,28	0,2938	0,29%
PP bag	0	0,89	0,19	0,13	1,03	0,23	0,48	0	0,3688	0,37%
others	1,3	0,12	3,01	0,97	2,11	1,26	0,5	1,22	1,3113	1,31%
Sub Total Plastik	17,49	22,55	19,8	12,83	14,89	13,02	12,48	11,75	15,601	15,60%
Dapat dikomposkan										
sisa makanan/karak	28,34	14,7	19,5	34	20,67	64,88	51,06	45	34,769	34,77%
sampah kebun/taman	37,03	44,61	30,3	23,87	43,3	1,79	11,2	21,9	26,769	26,77%

Jenis Sampah	Berat Komposisi per Wilayah (kg)								Rata-rata (kg)	Persen (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8		
	B	C	C	B	A	A	D	D		
					3		5	7		
Sub Total Dapat dikomposkan	65,37	59,31	49,8	57,87	64	66,67	62,31	66,97	61,538	61,54%
Kertas										
Majalah	0	0	0	0	0	3,54	0	0	0,4425	0,44%
Buku	0	0	0	0	0	6,74	0,43	0	0,8963	0,90%
koran	0,24	0,51	0,28	0,25	0,71	0,64	0,42	0,38	0,4288	0,43%
HVS/duplek	0,55	0	3,03	0	0	0	0	0	0,4475	0,45%
others		2,51	1,37	1,66	2,3	2,5	2,74	1,17	1,7813	1,78%
Sub Total Kertas	0,79	3,02	4,68	1,91	3,01	3,14	3,16	1,55	2,6575	2,66%
Karton	1,22	1,65	0,61	2,36	1,09	4,06	2,65	1,26	1,8625	1,86%
Besi										
-kaleng	0	0,13	0	0,11	0	0,1	0,02	0	0,045	0,05%
-non kaleng	0,03	0,06	0,04	0	0,11	0	0,01	0,2	0,0563	0,06%
non besi	0	0	0	0	0	0,19	0	0	0,0238	0,02%
Kabel (tembaga)	0	0,02	0,05	0	0,01	0	0,03	0,19	0,0375	0,04%

Jenis Sampah	Berat Komposisi per Wilayah (kg)								Rata-rata (kg)	Persen (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8		
	B	C	C	B	A	A	D	D		
Sub Total Besi	0,03	0,21	0,09	0,11	0,12	0,29	0,06	0,39	0,1625	0,16%
Kaca										
botol kaca	0	0	0,22	0,15	0,14	0,13	0,08	0	0,09	0,09%
kaca lain	0	0,19	0,22	0	0	0,55	0,42	0	0,1725	0,17%
Sub Total Kaca	0	0,19	0,44	0,15	0	0,68	0,5	0	0,245	0,25%
Kain	4,9	2,35	13,41	7,45	2,62	1,6	1,13	4,96	4,8025	4,80%
Karet	0,89	0,94	0,21	1,48	0,36	0,07	0,33	0,04	0,54	0,54%
Diapers										
popok	8,25	8,97	6,09	13	9,17	8,11	13,5 3	9,5	9,5775	9,58%
non popok (pembalut)	0,21	0,13	0,53	0,31	0,74	1,31	2,78	0,58	0,8238	0,82%
Sub Total Diapers	8,46	9,1	6,62	13,31	9,91	9,42	16,3 1	10,0 8	10,401	10,40%
Lainnya	0,78	0,49	4,3	1,24	3,69	0,92	1,02	2,95	1,9238	1,92%
B3	0,07	0,19	0,04	1,29	0,31	0,13	0,05	0,05	0,2663	0,27%
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100%

“ Halaman ini sengaja dikosongkan”

A. Karakteristik Fisik Sampah Organik *Biowaste*

No	Berat Cawan Kering (gram)	Berat Sampel (gram)	Setelah Oven (gram)	Setelah Furnace 550 (gram)	Setelah Furnace 700 (gram)	Berat Kering (%)	Kadar Air (%)	Volatile Solid (%)	Total Solid (%)	Fixed Karbon (%)	Kadar Abu (%)
Perlakuan 1											
1	27,19	10,05	30,61	27,48	27,39	34,02	65,98	10,21	23,81	7,55	16,26
2	32,76	10,06	35,31	33,00	32,97	25,33	74,67	6,54	18,79	2,46	16,33
3	35,52	10,10	37,80	35,67	35,64	22,62	77,38	5,64	16,99	3,04	13,94
4	40,88	10,88	42,57	41,13	41,09	15,50	84,50	3,38	12,12	1,73	10,39
5	44,24	10,96	47,06	44,56	44,52	25,71	74,29	5,31	20,40	2,27	18,14
Perlakuan 2											
6	30,40	10,43	33,34	30,64	30,60	28,14	71,86	8,10	20,04	2,90	17,14
7	30,09	10,52	32,70	30,32	30,28	24,73	75,27	7,27	17,46	2,63	14,83
8	33,73	10,12	36,81	33,97	33,93	30,49	69,51	7,72	22,77	3,79	18,98
9	35,46	10,39	38,32	35,71	35,68	27,48	72,52	6,80	20,68	2,89	17,79
10	24,56	11,38	27,43	24,82	24,76	25,20	74,80	9,52	15,69	3,42	12,27

B. Karakteristik Fisik Sampah Organik Bio+Non-Biowaste

No	Berat Cawan Kering (gram)	Berat Sampel (gram)	Setelah Oven (gram)	Setelah Furnace 550 (gram)	Setelah Furnace 700 (gram)	Berat Kering (%)	Kadar Air (%)	Volatile Solid (%)	Total Solid (%)	Fixed Karbon (%)	Kadar Abu (%)
Perlakuan 1											
1	41,50	10,19	46,16	42,42	42,24	45,80	54,20	8,12	37,68	7,11	30,57
2	34,47	11,43	39,01	35,32	35,16	39,68	60,32	9,46	30,23	5,64	24,58
3	31,84	10,58	37,10	33,87	33,79	49,73	50,27	8,70	41,04	1,66	39,37
4	34,52	10,48	39,55	35,56	35,38	47,99	52,01	10,09	37,90	6,39	31,51
5	26,00	11,60	31,37	27,86	27,74	46,28	53,72	11,17	35,11	2,36	32,75
Perlakuan 2											
6	34,32	10,54	39,65	35,70	35,56	50,49	49,51	9,95	40,53	4,23	36,31
7	28,76	10,47	33,79	30,54	30,42	48,00	52,00	9,61	38,39	2,60	35,79
8	35,91	11,16	40,53	36,81	36,64	41,40	58,60	9,19	32,20	6,07	26,13
9	34,18	10,99	39,00	35,24	34,96	43,91	56,09	9,66	34,25	8,96	25,29
10	35,59	10,53	40,28	36,48	36,37	44,53	55,47	9,43	35,10	4,33	30,76

C. Karakteristik Fisik Sampah Organik Non-Biowaste

No	Berat Cawan Kering (gram)	Berat Sampel (gram)	Setelah Oven (gram)	Setelah Furnace 550 (gram)	Setelah Furnace 700 (gram)	Berat Kering (%)	Kadar Air (%)	Volatile Solid (%)	Total Solid (%)	Fixed Karbon (%)	Kadar Abu (%)
Perlakuan 1											
1	30,09	10,28	36,66	31,18	30,95	63,89	36,11	9,55	54,34	11,44	42,91
2	33,87	10,04	40,65	34,79	34,65	67,55	32,45	9,73	57,81	8,76	49,05
3	38,68	10,47	45,98	40,18	39,98	69,78	30,22	8,81	60,96	8,16	52,80
4	35,60	10,03	42,21	36,85	36,64	65,86	34,14	8,36	57,50	9,80	47,69
5	32,75	10,01	39,24	33,67	33,48	64,83	35,17	9,20	55,63	11,50	44,13
Perlakuan 2											
6	35,44	10,23	41,76	36,51	36,24	61,75	38,25	7,76	53,99	13,89	40,10
7	33,80	10,13	39,95	34,94	34,82	60,67	39,33	7,60	53,07	5,66	47,41
8	27,45	10,03	33,79	28,37	28,20	63,28	36,72	10,15	53,12	9,85	43,27
9	27,22	10,06	33,59	27,92	27,77	63,33	36,67	10,69	52,64	10,91	41,73
10	32,77	10,05	39,32	33,66	33,46	65,13	34,87	9,37	55,76	12,58	43,18

D. Karakteristik Fisik Sampah Tercampur (Organik+Non Organik)

No	Berat Cawan Kering (gram)	Berat Sampel (gram)	Setelah Oven (gram)	Setelah Furnace 550 (gram)	Setelah Furnace 700 (gram)	Berat Kering (%)	Kadar Air (%)	Volatile Solid (%)	Total Solid (%)	Fixed Karbon (%)	Kadar Abu (%)
Perlakuan 1											
1	30,40	10,24	35,82	31,62	31,51	52,98	47,02	11,73	41,25	3,63	37,62
2	28,17	10,04	32,88	29,74	29,67	46,96	53,04	9,55	37,41	1,67	35,74
3	30,39	10,04	35,22	31,57	31,55	48,06	51,94	10,36	37,70	0,69	37,00
4	31,75	10,18	36,95	33,85	33,71	51,09	48,91	8,40	42,69	2,79	39,90
5	35,46	10,12	40,66	37,40	37,33	51,37	48,63	8,02	43,35	1,64	41,72
Perlakuan 2											
6	35,52	10,12	40,20	36,96	36,89	46,20	53,80	8,06	38,14	1,76	36,38
7	26,35	10,11	31,58	28,28	28,19	51,81	48,19	10,47	41,34	1,75	39,59
8	39,30	10,29	44,39	41,47	41,34	49,42	50,58	6,57	42,85	2,65	40,20
9	33,72	10,02	38,69	35,07	34,97	49,58	50,42	9,37	40,21	2,90	37,32
10	34,81	10,36	39,52	36,42	36,33	45,47	54,53	7,84	37,63	2,09	35,54

E. Karakteristik Fisik Sampah per Komponen

1. Perlakuan 1

Nama Sampel	Berat Cawan Kering (gram)	Berat Sampel (gram)	Setelah Oven (gram)	Berat Kering (%)	Kadar Air (%)
Sampah dapur	38,677	59,889	61,101	37,44	62,56
Sampah kebun	34,806	3,360	36,946	63,70	36,30
HDPE	34,515	2,453	36,849	95,14	4,86
LDPE	35,585	3,715	36,922	35,99	64,01
PET	34,176	4,369	38,433	97,46	2,54
PP Bag	26,346	1,673	28,000	98,88	1,12
Steroform	33,798	0,945	34,734	99,11	0,89
Plastik lain-lain	31,083	3,059	34,126	99,48	0,52
Kertas	28,165	5,064	31,080	57,56	42,44
Karton	30,394	6,713	34,418	59,95	40,05
Kain	34,324	5,806	39,752	93,50	6,50
Karet	27,203	5,435	32,219	92,29	7,71
Kayu	26,000	8,514	30,992	58,64	41,36
Diapers	31,812	9,334	35,208	36,38	63,62
Sampah lain-lain	32,747	4,697	35,448	57,50	42,50

2. Perlakuan 2

No	Nama Sampel	Berat Cawan Kering (gram)	Berat Sampel (gram)	Setelah Oven (gram)	Berat Kering (%)	Kadar Air (%)
1	Sampah dapur	31,756	25,015	34,977	12,88	87,12
2	Sampah kebun	27,447	2,418	29,022	65,15	34,85
3	HDPE	38,678	4,671	42,911	90,64	9,36
4	LDPE	136,413	13,712	144,680	60,29	39,71
5	PET	31,812	4,138	35,862	97,89	2,11
6	PP Bag	33,798	2,043	35,816	98,80	1,20
7	Steroform	34,517	1,609	36,117	99,42	0,58
8	Plastik lain-lain	32,748	4,021	36,756	99,68	0,32
9	Kertas	26,346	5,343	29,436	57,84	42,16
10	Karton	31,084	6,111	34,531	56,41	43,59
11	Kain	30,392	3,803	33,948	93,51	6,49
12	Karet	28,167	4,725	32,706	96,09	3,91
13	Kayu	35,588	7,126	39,356	52,88	47,12
14	Diapers	34,178	11,347	37,500	29,28	70,72
15	Sampah lain-lain	34,325	10,138	41,050	66,34	33,66

F. Perhitungan Nilai Kalor Sampah

1. Sampah Organik *Biowaste*

No	Sampah	% Berat	Berat (Btu)	HV (Btul/lb)	Total HV	HV (KKal/kg)
1	sisa makanan/karak	34,77	34,77	1797	62479	347,11
2	sampah kebun/taman	26,77	26,77	2601	69626	386,81
Total		61,54	61,53		132104,96	733,92

2. Sampah Organik *Non-Biowaste*

No	Sampah Organik	% Berat	Berat (Btu)	HV (Btul/lb)	Total HV	HV (KKal/kg)
1	HDPE	1,95	1,95	18687	36416,29	202,31
2	LDPE	10,95	10,95	18687	204552,57	1136,40
3	PET warna	0,23	0,23	18687	4368,09	24,27
4	pet transparan	0,50	0,50	18687	9320,14	51,78
5	PS sterofom	0,29	0,29	18687	5489,31	30,50
6	PP bag	0,37	0,37	16451	6066,31	33,70
7	others	1,31	1,31	14101	18489,94	102,72
8	Kertas	2,66	2,66	6799	18068,34	100,38
9	Karton	1,86	1,86	7042	13115,73	72,87
10	Kain	4,80	4,80	796	3822,79	21,24
11	Karet	0,54	0,54	1089	588,06	3,27
13	Diapers	10,40	10,40	11022	114642,58	636,90
14	Lainnya	1,92	1,92	664	1277,37	7,10
Total		37,79	37,78		436217,506	2423,43

3. Sampah *Bio+Non-Biowaste*

No	Sampah Organik	% Berat	Berat (Btu)	HV (Btu/lb)	Total HV	HV (Kkal/kg)
1	HDPE	1,95	1,95	18687	36416,29	202,31
2	LDPE	10,95	10,95	18687	204552,57	1136,40
3	PET warna	0,23	0,23	18687	4368,09	24,27
4	pet transparan	0,50	0,50	18687	9320,14	51,78
5	PS sterofom	0,29	0,29	18687	5489,31	30,50
6	PP bag	0,37	0,37	16451	6066,31	33,70
7	others	1,31	1,31	14101	18489,94	102,72
8	sisa makanan/karak	34,77	34,77	1797	62479,44	347,11
9	sampah kebun/taman	26,77	26,77	2601	69625,52	386,81
10	Kertas	2,66	2,66	6799	18068,34	100,38
11	Karton	1,86	1,86	7042	13115,73	72,87
13	Kain	4,80	4,80	796	3822,79	21,24
14	Karet	0,54	0,54	1089	588,06	3,27
15	Diapers	10,40	10,40	11022	114642,58	636,90
16	Lainnya	1,92	1,92	664	1277,370	709,65
Total		87,00	87,00125		568322,469	3859,90

4. Sampah Tercampur (Organik+Anorganik)

No	Sampah	% Berat	Berat (Btu)	HV (Btu/lb)	Total HV	HV (KKal/kg)
1	HDPE	1,95	1,95	18687	36416	202,31
2	LDPE	10,95	10,95	18687	204553	1136,40
3	PET warna	0,23	0,23	18687	4368	24,27
4	pet transparan	0,50	0,50	18687	9320	51,78
5	PS sterofom	0,29	0,29	18687	5489	30,50
6	PP bag	0,37	0,37	16451	6066	33,70
7	others	1,31	1,31	14101	18490	102,72
8	sisa makanan/karak	34,77	34,77	1797	62479	347,11
9	sampah kebun/taman	26,77	26,77	2601	69626	386,81
10	Kertas	2,66	2,66	6799	18068	100,38
11	Karton	1,86	1,86	7042	13116	72,87
13	Besi	0,16	0,16	0	0	0,00
14	Kaca	0,25	0,25	84	20,58	0,11
15	Kain	4,80	4,80	796	3823	21,24
16	Karet	0,54	0,54	1089	588	3,27
17	Diapers	10,40	10,40	11022	114643	636,90
18	Lainnya	1,92	1,92	664	1277	7,10
Total		82,07	82,06625		568343,05	3157,46

“ Halaman ini sengaja dikosongkan”

Karakteristik Kimia Sampah TPA Jabon

No	Nama Sampel	Parameter	Satuan	Nilai	Mol	Koefisien
1	Sampah Organik <i>Biowaste</i>	Total N*	%	0,59	0,0004	1
	Sampah Organik Bio+Non Biowaste			1,93	0,0014	1
	Sampah Tercampur (Organik+Anorganik)			1,22	0,0009	1
	Sampah Organik Non Biowaste			1,50	0,0011	1
2	Sampah Organik <i>Biowaste</i>	Hidrogen	%	6,51	0,0645	153
	Sampah Organik Bio+Non Biowaste			5,88	0,0582	42
	Sampah Tercampur (Organik+Anorganik)			5,58	0,0553	64
	Sampah Organik Non Biowaste			5,98	0,0592	55
3	Sampah Organik <i>Biowaste</i>	Karbon	%	54,25	0,0452	107
	Sampah Organik Bio+Non Biowaste			49,01	0,0408	30
	Sampah Tercampur (Organik+Anorganik)			46,53	0,0387	45
	Sampah Organik Non Biowaste			49,86	0,0415	39
4	Sampah Organik <i>Biowaste</i>	Oksigen	%	38,65	0,0242	57
	Sampah Organik Bio+Non Biowaste			43,18	0,0270	20
	Sampah Tercampur (Organik+Anorganik)			46,67	0,0292	34
	Sampah Organik Non Biowaste			42,65	0,0267	25

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Perhitungan Pertumbuhan Penduduk

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Pertambahan Penduduk	Pertumbuhan
2010	2018239	0	0
2011	1984486	-33753	-0,016723986
2012	2053467	68981	0,034760134
2013	2090619	37152	0,018092329
2014	2127043	36424	0,017422591
2015	1947777	-179266	-0,084279443
2016	2031642	83865	0,043056777

Median	0
Kuartil 1	-0,00836199
Kuartil 3	0,02642623
Selisih Kuartil 1 dan 3	0,03478822
Jangkauan data yang tidak termasuk outlier	-0,06054433
	0,07860857

Tahun	Jumlah Penduduk	Pertumbuhan Penduduk	
		Jiwa	%
2010	2018239	0	0
2011	1984486	-33753	-1,67%
2012	2053467	68981	3,476%
2013	2090619	37152	1,809%
2014	2127043	36424	1,742%
2015	1947777	-179266	-8,428%
2016	2031642	83865	4,306%
Jumlah	14253273	13403	0,012328402
	Rata-rata		0,176%
	Standar Deviasi		0,04292248
	Batas Atas Data		0,04468368
	Batas Bawah Data		0,041161279

Perhitungan Nilai Kolerasi

a. Metode Aritmatika

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	X	Y	X ²	Y ²	XY
2010	2018239	0	0	0	0	0
2011	1984486	1	-33753	1	1139265009	-33753
2012	2053467	2	68981	4	4758378361	137962
2013	2090619	3	37152	9	1380271104	111456
2014	2127043	4	36424	16	1326707776	145696
2016	2031642	5	-95401	25	9101350801	-477005
Jumlah		15	13403	55	17705973051	-115644
r				-0,268173709		

Keterangan :

X = Urutan tahun (dimulai dari 0)

Y = Pertambahan penduduk

X² = Urutan tahun dikuadratkan

Y² = Pertambahan penduduk dikuadratkan

b. Metode Geometrik

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	X	Y	X ²	Y ²	XY
2010	2018239	1	14,51774	1	210,7646559	14,51774
2011	1984486	2	14,50087	4	210,2752452	29,00174
2012	2053467	3	14,53504	9	211,2673919	43,60512
2013	2090619	4	14,55297	16	211,7889577	58,21188

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	X	Y	X ²	Y ²	XY
2014	2127043	5	14,57024	25	212,2919901	72,85122
2016	2031642	6	14,52435	36	210,956885	87,14613
Jumlah		21	87,20122	91	1267,345126	305,3338
r				0,5538		

Keterangan :

X = Urutan tahun

Y = ln (jumlah penduduk)

X² = Urutan tahun dikuadratkan

Y² = ln (jumlah penduduk) dikuadratkan

c. Metode Least Square

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	X	Y	X²	Y²	XY
2010	2018239	1	2018239	1	4,07329E+12	2018239
2011	1984486	2	1984486	4	3,93818E+12	3968972
2012	2053467	3	2053467	9	4,21673E+12	6160401
2013	2090619	4	2090619	16	4,37069E+12	8362476
2014	2127043	5	2127043	25	4,52431E+12	10635215
2016	2031642	6	2031642	36	4,12757E+12	12189852
Jumlah		21	12305496	91	2,52508E+13	43335155
r				0,552642		
a				1,34049E-05		
b				229238,1071		

Keterangan :

X =Urutan tahun

Y = Jumlah penduduk

X² = Urutan tahun dikuadratkan

Y² = Jumlah penduduk dikuadratkan

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**BALAI PENELITIAN DAN KONSULTASI INDUSTRI
LABORATORIUM
PENELITIAN DAN KONSULTASI INDUSTRI
SURABAYA – JAWA TIMUR**



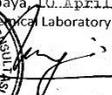
REPORT

Certificate of Analysis

No : 06379/KI/IV-2017
 Code : Penelitian
 Sample Sender : Mhs. TL ITS Surabaya
 Sample Name : Limbah padat
 Test : N
 Sample Brand :
 Sample Identity : Padatan kecoklatan
 Sample Accepted : 5 April 2017

Chemical laboratory test result is :

Kode	N tot. %	
	1.	2.
1.S Org.Bio non B.	2,03	1,82
2.S terc.org.anorg.	1,24	1,19
3.S org.N.B	1,52	1,48

Surabaya, 10 April 2017
 Head of Chemical Laboratory Researcher

 M. Fatoni, M.S.



Laboratory Office Jl. Ketintang Baru XVII no 14
 Telp 08155151337, Bank BCA – Bank Jatim
 Surabaya

BALAI PENELITIAN DAN KONSULTASI INDUSTRI
LABORATORIUM
PENELITIAN DAN KONSULTASI INDUSTRI
SURABAYA – JAWA TIMUR



REPORT

Certificate of Analysis

No : 06709/KI/VI-2017
Code : Penelitian
Sample Sender : Mhs.TL ITS Surabaya
Sample Name : Sampah Biowaste
Test : N
Sample Brand :
Sample Identity : Padatan daun kering kecolletan
Sample Accepted : 2 Juni 20,17

Chemical laboratory test result is :

Total N , % : 1.0,56
2.0,62



Surabaya, 5 Juni 2017.
Head of Chemical Laboratory Researcher
[Signature]
Drs M. Fatoni, M.S.

Laboratory Office Jl. Ketintang Baru XVII no 14
Telp 08155151337, Bank BCA – Bank Jatim
Surabaya



Perhitungan densitas Sampah 500L



Pemilahan sampah sesuai komposisi



Analisis Densitas komposisi dengan kotak densitas 40L



Penimbangan komposisi sampah



Sampel sampah TPA Jabon untuk analisis lab setelah dicacah



Sampel ketika di Furnace

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

A. Tahun 2018

Skenario 1	Material	Jumlah Sampah (ton)	Rf	Recycled (ton)	Sisa (ton)	Prosentase Sampah
Daur Ulang (sampah tercampur)	Plastik	19767,47	0,70	13837,23	5930,24	13,98%
	Kertas	3367,17	0,50	1683,59	1683,59	
	Karton	2359,87	0,70	1651,91	707,96	
	Besi/logam	205,89	0,80	164,72	41,18	
	Kaca	310,43	0,65	201,78	108,65	
	Karet	684,20	0,25	171,05	513,15	
	Total daur ulang		26695,04		17710,27	
Pengomposan (sampah organik <i>biowaste</i>)	Sisa Makanan	44053,54	0,85	37445,51	6608,03	52,31%
	Sampah kebun	33917,19	0,85	28829,61	5087,58	
	Total Pengomposan	77970,74		66275,13	11695,61	
Insinerasi (sampah tercampur)	Sisa residu daur ulang + pengomposan	20680,38				33,72%
	Kain	6084,98				
	Diapers	13178,84				
	Sampah lain-lain	2437,48				
	Limbah B3	337,35				
	Total sampah ke insinerasi	42719,03				
Jumlah Sampah yang masuk ke TPA Jabon		126704,43				100,00%

Skenario 2	Material	Jumlah Sampah (ton)	Rf	Recycled (ton)	Sisa (ton)	Prosentase Sampah
Daur Ulang (sampah tercampur)	Plastik	19767,47	0,70	13837,23	5930,24	13,98%
	Kertas	3367,17	0,50	1683,59	1683,59	
	Karton	2359,87	0,70	1651,91	707,96	
	Besi/logam	205,89	0,80	164,72	41,18	
	Kaca	310,43	0,65	201,78	108,65	
	Karet	684,20	0,25	171,05	513,15	

	Total daur ulang	26695,04		17710,27	8984,77	
Pengomposan (sampah organik <i>biowaste</i>)	Sisa Makanan	44053,54	0,85	37445,51	6608,03	
	Sampah kebun	33917,19	0,85	28829,61	5087,58	52,31%
	Total Pengomposan	77970,74		66275,13	11695,61	
Sanitary Landfill (sampah tercampur)	Sisa residu daur ulang + pengomposan	20680,38				
	Kain	6084,98				
	Diapers	13178,84				33,72%
	Sampah lain-lain	2437,48				
	Limbah B3	337,35				
	Total sampah ke sanitary landfill	42719,03				
Jumlah Sampah yang masuk ke TPA Jabon		126704,43				100,00%

Skenario 3	Material	Jumlah Sampah (ton)	Rf	Recycled (ton)	Sisa (ton)	Prosentase Sampah
Daur Ulang (sampah tercampur)	Plastik	19767,47	0,70	13837,23	5930,24	
	Kertas	3367,17	0,50	1683,59	1683,59	
	Karton	2359,87	0,70	1651,91	707,96	
	Besi/logam	205,89	0,80	164,72	41,18	13,98%
	Kaca	310,43	0,65	201,78	108,65	
	Karet	684,20	0,25	171,05	513,15	
	Total daur ulang	26695,04		17710,27	8984,77	
Pengomposan (sampah organik <i>biowaste</i>)	Sisa Makanan	44053,54	0,85	37445,51	6608,03	
	Sampah kebun	33917,19	0,85	28829,61	5087,58	52,31%
	Total Pengomposan	77970,74		66275,13	11695,61	
Insinerasi (sampah tercampur)	Sisa residu daur ulang + pengomposan	20680,38				
	Kain	6084,98				21,69%
	Diapers	13178,84		19263,8		
	Total insinerasi	39944,20				
	Abu sisa pembakaran	12459,42				

Sanitary Landfill (sampah tercampur)	Abu sisa pembakaran insinerasi	12459,42	
	Sampah lain-lain	2437,48	12,02%
	Limbah B3	337,35	
	Total sampah ke sanitary landfill	15234,25	
Jumlah Sampah yang masuk ke TPA Jabon		166648,63	

B. Tahun 2019

Skenario 1	Material	Jumlah Sampah (ton)	Rf	Recycled (ton)	Sisa (ton)	Prosentase Sampah
Daur Ulang (sampah tercampur)	Plastik	20792,40	0,70	14554,68	6237,72	13,98%
	Kertas	3541,76	0,50	1770,88	1770,88	
	Karton	2482,23	0,70	1737,56	744,67	
	Besi/logam	216,57	0,80	173,26	43,31	
	Kaca	326,52	0,65	212,24	114,28	
	Karet	719,68	0,25	179,92	539,76	
	Total daur ulang		28079,16		18628,53	
Pengomposan (sampah organik <i>biowaste</i>)	Sisa Makanan	46337,69	0,85	39387,04	6950,65	52,31%
	Sampah kebun	35675,77	0,85	30324,41	5351,37	
	Total Pengomposan	82013,46		69711,44	12302,02	
Insinerasi (sampah tercampur)	Sisa residu daur ulang + pengomposan	21752,64				33,72%
	Kain	6400,48				
	Diapers	13862,16				
	Sampah lain-lain	2563,86				
	Limbah B3	354,84				
	Total sampah ke insinerasi	44933,98				
Jumlah Sampah yang masuk ke TPA Jabon		133273,96				100,00%

Skenario 2	Material	Jumlah Sampah (ton)	Rf	Recycled (ton)	Sisa (ton)	Prosentase Sampah
Daur Ulang (sampah tercampur)	Plastik	20792,40	0,70	14554,68	6237,72	13,98%
	Kertas	3541,76	0,50	1770,88	1770,88	

	Karton	2482,23	0,70	1737,56	744,67	
	Besi/logam	216,57	0,80	173,26	43,31	
	Kaca	326,52	0,65	212,24	114,28	
	Karet	719,68	0,25	179,92	539,76	
	Total daur ulang	28079,16		18628,53	9450,62	
Pengomposan (sampah organik <i>biowaste</i>)	Sisa Makanan	46337,69	0,85	39387,04	6950,65	
	Sampah kebun	35675,77	0,85	30324,41	5351,37	52,31%
	Total Pengomposan	82013,46		69711,44	12302,02	
Sanitary Landfill (sampah tercampur)	Sisa residu daur ulang + pengomposan	21752,64				
	Kain	6400,48				
	Diapers	13862,16				33,72%
	Sampah lain-lain	2563,86				
	Limbah B3	354,84				
	Total sampah ke sanitary landfill	44933,98				
Jumlah Sampah yang masuk ke TPA Jabon		133273,96				100,00%

Skenario 3	Material	Jumlah Sampah (ton)	Rf	Recycled (ton)	Sisa (ton)	Prosentase Sampah
Daur Ulang (sampah tercampur)	Plastik	20792,40	0,70	14554,68	6237,72	
	Kertas	3541,76	0,50	1770,88	1770,88	
	Karton	2482,23	0,70	1737,56	744,67	
	Besi/logam	216,57	0,80	173,26	43,31	13,98%
	Kaca	326,52	0,65	212,24	114,28	
	Karet	719,68	0,25	179,92	539,76	
	Total daur ulang	28079,16		18628,53	9450,62	
Pengomposan (sampah organik <i>biowaste</i>)	Sisa Makanan	46337,69	0,85	39387,04	6950,65	
	Sampah kebun	35675,77	0,85	30324,41	5351,37	52,31%
	Total Pengomposan	82013,46		69711,44	12302,02	
Insinerasi (sampah tercampur)	Sisa residu daur ulang + pengomposan	21752,64				21,69%

	Kain	6400,48	
	Diapers	13862,16	20262,6
	Total insinerasi	42015,28	
	Abu sisa pembakaran	13105,43	
Sanitary Landfill (sampah tercampur)	Abu sisa pembakaran insinerasi	13105,43	
	Sampah lain-lain	2563,86	12,02%
	Limbah B3	354,84	
	Total sampah ke sanitary landfill	16024,13	
Jumlah Sampah yang masuk ke TPA Jabon		175289,24	100,00%

C. Tahun 2020

Skenario 1	Material	Jumlah Sampah (ton)	Rf	Recycled (ton)	Sisa (ton)	Prosentase Sampah
Daur Ulang (sampah tercampur)	Plastik	21820,88	0,70	15274,62	6546,26	13,98%
	Kertas	3716,95	0,50	1858,47	1858,47	
	Karton	2605,01	0,70	1823,51	781,50	
	Besi/logam	227,28	0,80	181,83	45,46	
	Kaca	342,67	0,65	222,74	119,94	
	Karet	755,28	0,25	188,82	566,46	
	Total daur ulang		29468,07		19549,98	
Pengomposan (sampah organik biowaste)	Sisa Makanan	48629,74	0,85	41335,28	7294,46	52,31%
	Sampah kebun	37440,44	0,85	31824,38	5616,07	
	Total Pengomposan	86070,18		73159,66	12910,53	
Insinerasi (sampah tercampur)	Sisa residu daur ulang + pengomposan	22828,62				33,72%
	Kain	6717,08				
	Diapers	14547,84				
	Sampah lain-lain	2690,68				
	Limbah B3	372,39				
	Total sampah ke insinerasi	47156,60				
Jumlah Sampah yang masuk ke TPA Jabon		139866,23				100,00%

Skenario 2	Material	Jumlah Sampah (ton)	Rf	Recycled (ton)	Sisa (ton)	Prosentase Sampah
Daur Ulang (sampah tercampur)	Plastik	21820,88	0,70	15274,62	6546,26	13,98%
	Kertas	3716,95	0,50	1858,47	1858,47	
	Karton	2605,01	0,70	1823,51	781,50	
	Besi/logam	227,28	0,80	181,83	45,46	
	Kaca	342,67	0,65	222,74	119,94	
	Karet	755,28	0,25	188,82	566,46	
	Total daur ulang		29468,07		19549,98	
Pengomposan (sampah organik <i>biowaste</i>)	Sisa Makanan	48629,74	0,85	41335,28	7294,46	52,31%
	Sampah kebun	37440,44	0,85	31824,38	5616,07	
	Total Pengomposan	86070,18		73159,66	12910,53	
Sanitary Landfill (sampah tercampur)	Sisa residu daur ulang + pengomposan	22828,62				33,72%
	Kain	6717,08				
	Diapers	14547,84				
	Sampah lain-lain	2690,68				
	Limbah B3	372,39				
	Total sampah ke sanitary landfill	47156,60				
Jumlah Sampah yang masuk ke TPA Jabon		139866,23				100,00%
Skenario 3	Material	Jumlah Sampah (ton)	Rf	Recycled (ton)	Sisa (ton)	Prosentase Sampah
Daur Ulang (sampah tercampur)	Plastik	21820,88	0,70	15274,62	6546,26	13,98%
	Kertas	3716,95	0,50	1858,47	1858,47	
	Karton	2605,01	0,70	1823,51	781,50	
	Besi/logam	227,28	0,80	181,83	45,46	
	Kaca	342,67	0,65	222,74	119,94	
	Karet	755,28	0,25	188,82	566,46	
	Total daur ulang		29468,07		19549,98	

Pengomposan (sampah organik <i>biowaste</i>)	Sisa Makanan	48629,74	0,85	41335,28	7294,46	
	Sampah kebun	37440,44	0,85	31824,38	5616,07	52,31%
	Total Pengomposan	86070,18		73159,66	12910,53	
Insinerasi (sampah tercampur)	Sisa residu daur ulang + pengomposan	22828,62				
	Kain	6717,08				21,69%
	Diapers	14547,84		21264,9		
	Total insinerasi	44093,53				
Sanitary Landfill (sampah tercampur)	Abu sisa pembakaran	13753,68				
	Abu sisa pembakaran insinerasi	13753,68				
	Sampah lain-lain	2690,68				12,02%
	Limbah B3	372,39				
	Total sampah ke sanitary landfill	16816,75				
Jumlah Sampah yang masuk ke TPA Jabon		183959,76				100,00%

D. Tahun 2021

Skenario 1	Material	Jumlah Sampah (ton)	Rf	Recycled (ton)	Sisa (ton)	Prosentase Sampah
Daur Ulang (sampah tercampur)	Plastik	22852,92	0,70	15997,04	6855,88	
	Kertas	3892,74	0,50	1946,37	1946,37	
	Karton	2728,21	0,70	1909,75	818,46	
	Besi/logam	238,03	0,80	190,43	47,61	13,98%
	Kaca	358,88	0,65	233,27	125,61	
	Karet	791,00	0,25	197,75	593,25	
	Total daur ulang	30861,78		20474,61	10387,17	
Pengomposan (sampah organik <i>biowaste</i>)	Sisa Makanan	50929,72	0,85	43290,27	7639,46	
	Sampah kebun	39211,22	0,85	33329,54	5881,68	52,31%
	Total Pengomposan	90140,94		76619,80	13521,14	
Insinerasi (sampah tercampur)	Sisa residu daur ulang + pengomposan	23908,31				
	Kain	7034,77				33,72%
	Diapers	15235,89				
	Sampah lain-lain	2817,93				

	Limbah B3	390,01				
	Total sampah ke insinerasi	49386,91				
Jumlah Sampah yang masuk ke TPA Jabon		146481,32				100,00%
Skenario 2	Material	Jumlah Sampah (ton)	Rf	Recycled (ton)	Sisa (ton)	Prosentase Sampah
Daur Ulang (sampah tercampur)	Plastik	22852,92	0,70	15997,04	6855,88	13,98%
	Kertas	3892,74	0,50	1946,37	1946,37	
	Karton	2728,21	0,70	1909,75	818,46	
	Besi/logam	238,03	0,80	190,43	47,61	
	Kaca	358,88	0,65	233,27	125,61	
	Karet	791,00	0,25	197,75	593,25	
	Total daur ulang	30861,78		20474,61	10387,17	
Pengomposan (sampah organik <i>biowaste</i>)	Sisa Makanan	50929,72	0,85	43290,27	7639,46	52,31%
	Sampah kebun	39211,22	0,85	33329,54	5881,68	
	Total Pengomposan	90140,94		76619,80	13521,14	
Sanitary Landfill (sampah tercampur)	Sisa residu daur ulang + pengomposan	23908,31				33,72%
	Kain	7034,77				
	Diapers	15235,89				
	Sampah lain-lain	2817,93				
	Limbah B3	390,01				
	Total sampah ke sanitary landfill	49386,91				
Jumlah Sampah yang masuk ke TPA Jabon		146481,32				100,00%
Skenario 3	Material	Jumlah Sampah (ton)	Rf	Recycled (ton)	Sisa (ton)	Prosentase Sampah
Daur Ulang (sampah tercampur)	Plastik	22852,92	0,70	15997,04	6855,88	13,98%
	Kertas	3892,74	0,50	1946,37	1946,37	
	Karton	2728,21	0,70	1909,75	818,46	

	Besi/logam	238,03	0,80	190,43	47,61	
	Kaca	358,88	0,65	233,27	125,61	
	Karet	791,00	0,25	197,75	593,25	
	Total daur ulang	30861,78		20474,61	10387,17	
Pengomposan (sampah organik <i>biowaste</i>)	Sisa Makanan	50929,72	0,85	43290,27	7639,46	
	Sampah kebun	39211,22	0,85	33329,54	5881,68	52,31%
	Total Pengomposan	90140,94		76619,80	13521,14	
Insinerasi (sampah tercampur)	Sisa residu daur ulang + pengomposan	23908,31				
	Kain	7034,77				21,69%
	Diapers	15235,89		22270,7		
	Total insinerasi	46178,97				
	Abu sisa pembakaran	14404,17				
Sanitary Landfill (sampah tercampur)	Abu sisa pembakaran insinerasi	14404,17				
	Sampah lain-lain	2817,93				12,02%
	Limbah B3	390,01				
	Total sampah ke <i>sanitary landfill</i>	17612,12				
Jumlah Sampah yang masuk ke TPA Jabon		192660,29				100,00%

E. Tahun 2022

Skenario 1	Material	Jumlah Sampah (ton)	Rf	Recycled (ton)	Sisa (ton)	Prosentase Sampah
Daur Ulang (sampah tercampur)	Plastik	23888,52	0,70	16721,96	7166,56	
	Kertas	4069,14	0,50	2034,57	2034,57	
	Karton	2851,85	0,70	1996,29	855,55	
	Besi/logam	248,82	0,80	199,06	49,76	13,98%
	Kaca	375,14	0,65	243,84	131,30	
	Karet	826,84	0,25	206,71	620,13	
	Total daur ulang	32260,32		21402,44	10857,88	
Pengomposan (sampah organik <i>biowaste</i>)	Sisa Makanan	53237,66	0,85	45252,01	7985,65	52,31%
	Sampah kebun	40988,12	0,85	34839,90	6148,22	

		Total Pengomposan	94225,77	80091,91	14133,87	
Insinerasi (sampah tercampur)	Sisa residu daur ulang + pengomposan	24991,74				
	Kain	7353,55				
	Diapers	15926,32				33,72%
	Sampah lain-lain	2945,63				
	Limbah B3	407,68				
	Total sampah ke insinerasi	51624,93				
Jumlah Sampah yang masuk ke TPA Jabon		153119,27				100,00%
Skenario 2	Material	Jumlah Sampah (ton)	Rf	Recycled (ton)	Sisa (ton)	Prosentase Sampah
Daur Ulang (sampah tercampur)	Plastik	23888,52	0,70	16721,96	7166,56	
	Kertas	4069,14	0,50	2034,57	2034,57	
	Karton	2851,85	0,70	1996,29	855,55	
	Besi/logam	248,82	0,80	199,06	49,76	13,98%
	Kaca	375,14	0,65	243,84	131,30	
	Karet	826,84	0,25	206,71	620,13	
	Total daur ulang	32260,32		21402,44	10857,88	
Pengomposan (sampah organik <i>biowaste</i>)	Sisa Makanan	53237,66	0,85	45252,01	7985,65	
	Sampah kebun	40988,12	0,85	34839,90	6148,22	52,31%
	Total Pengomposan	94225,77		80091,91	14133,87	
Sanitary Landfill (sampah tercampur)	Sisa residu daur ulang + pengomposan	24991,74				
	Kain	7353,55				
	Diapers	15926,32				33,72%
	Sampah lain-lain	2945,63				
	Limbah B3	407,68				
	Total sampah ke sanitary landfill	51624,93				
Jumlah Sampah yang masuk ke TPA Jabon		153119,27				100,00%

Skenario 3	Material	Jumlah Sampah (ton)	Rf	Recycled (ton)	Sisa (ton)	Prosentase Sampah
Daur Ulang (sampah tercampur)	Plastik	23888,52	0,70	16721,96	7166,56	13,98%
	Kertas	4069,14	0,50	2034,57	2034,57	
	Karton	2851,85	0,70	1996,29	855,55	
	Besi/logam	248,82	0,80	199,06	49,76	
	Kaca	375,14	0,65	243,84	131,30	
	Karet	826,84	0,25	206,71	620,13	
	Total daur ulang		32260,32		21402,44	
Pengomposan (sampah organik <i>biowaste</i>)	Sisa Makanan	53237,66	0,85	45252,01	7985,65	52,31%
	Sampah kebun	40988,12	0,85	34839,90	6148,22	
	Total Pengomposan	94225,77		80091,91	14133,87	
Insinerasi (sampah tercampur)	Sisa residu daur ulang + pengomposan	24991,74				21,69%
	Kain	7353,55				
	Diapers	15926,32		23279,9		
	Total insinerasi	48271,62				
	Abu sisa pembakaran	15056,91				
Sanitary Landfill (sampah tercampur)	Abu sisa pembakaran insinerasi	15056,91				12,02%
	Sampah lain-lain	2945,63				
	Limbah B3	407,68				
	Total sampah ke sanitary landfill	18410,23				
Jumlah Sampah yang masuk ke TPA Jabon		201390,89				100,00%

F. Tahun 2023

Skenario 1	Material	Jumlah Sampah (ton)	Rf	Recycled (ton)	Sisa (ton)	Prosentase Sampah
Daur Ulang (sampah tercampur)	Plastik	24927,70	0,70	17449,39	7478,31	13,98%
	Kertas	4246,16	0,50	2123,08	2123,08	
	Karton	2975,91	0,70	2083,13	892,77	

	Besi/logam	259,64	0,80	207,71	51,93	
	Kaca	391,46	0,65	254,45	137,01	
	Karet	862,81	0,25	215,70	647,11	
	Total daur ulang	33663,68		22333,47	11330,21	
Pengomposan (sampah organik <i>biowaste</i>)	Sisa Makanan	55553,56	0,85	47220,53	8333,03	
	Sampah kebun	42771,15	0,85	36355,48	6415,67	52,31%
	Total Pengomposan	98324,71		83576,00	14748,71	
Insinerasi (sampah tercampur)	Sisa residu daur ulang + pengomposan	26078,92				
	Kain	7673,44				
	Diapers	16619,13				33,72%
	Sampah lain-lain	3073,77				
	Limbah B3	425,41				
	Total sampah ke insinerasi	53870,68				
Jumlah Sampah yang masuk ke TPA Jabon		159780,15				100,00%

Skenario 2	Material	Jumlah Sampah (ton)	Rf	Recycled (ton)	Sisa (ton)	Prosentase Sampah
Daur Ulang (sampah tercampur)	Plastik	24927,70	0,70	17449,39	7478,31	
	Kertas	4246,16	0,50	2123,08	2123,08	
	Karton	2975,91	0,70	2083,13	892,77	
	Besi/logam	259,64	0,80	207,71	51,93	13,98%
	Kaca	391,46	0,65	254,45	137,01	
	Karet	862,81	0,25	215,70	647,11	
	Total daur ulang	33663,68		22333,47	11330,21	
Pengomposan (sampah organik <i>biowaste</i>)	Sisa Makanan	55553,56	0,85	47220,53	8333,03	
	Sampah kebun	42771,15	0,85	36355,48	6415,67	52,31%
	Total Pengomposan	98324,71		83576,00	14748,71	
Sanitary Landfill (sampah tercampur)	Sisa residu daur ulang + pengomposan	26078,92				
	Kain	7673,44				33,72%
	Diapers	16619,13				

	Sampah lain-lain	3073,77				
	Limbah B3	425,41				
	Total sampah ke sanitary landfill	53870,68				
Jumlah Sampah yang masuk ke TPA Jabon		159780,15				100,00%
Skenario 3	Material	Jumlah Sampah (ton)	Rf	Recycled (ton)	Sisa (ton)	Prosentase Sampah
Daur Ulang (sampah tercampur)	Plastik	24927,70	0,70	17449,39	7478,31	13,98%
	Kertas	4246,16	0,50	2123,08	2123,08	
	Karton	2975,91	0,70	2083,13	892,77	
	Besi/logam	259,64	0,80	207,71	51,93	
	Kaca	391,46	0,65	254,45	137,01	
	Karet	862,81	0,25	215,70	647,11	
	Total daur ulang		33663,68		22333,47	
Pengomposan (sampah organik biowaste)	Sisa Makanan	55553,56	0,85	47220,53	8333,03	52,31%
	Sampah kebun	42771,15	0,85	36355,48	6415,67	
	Total Pengomposan	98324,71		83576,00	14748,71	
Insinerasi (sampah tercampur)	Sisa residu daur ulang + pengomposan	26078,92				21,69%
	Kain	7673,44				
	Diapers	16619,13		24292,6		
	Total insinerasi	50371,49				
	Abu sisa pembakaran	15711,91				
Sanitary Landfill (sampah tercampur)	Abu sisa pembakaran insinerasi	15711,91				12,02%
	Sampah lain-lain	3073,77				
	Limbah B3	425,41				
	Total sampah ke sanitary landfill	19211,09				
Jumlah Sampah yang masuk ke TPA Jabon		210151,64				100,00%

G. Tahun 2024

Skenario 1	Material	Jumlah Sampah (ton)	Rf	Recycled (ton)	Sisa (ton)	Prosentase Sampah
Daur Ulang (sampah tercampur)	Plastik	25970,47	0,70	18179,33	7791,14	13,98%
	Kertas	4423,78	0,50	2211,89	2211,89	
	Karton	3100,39	0,70	2170,27	930,12	
	Besi/logam	270,50	0,80	216,40	54,10	
	Kaca	407,84	0,65	265,09	142,74	
	Karet	898,91	0,25	224,73	674,18	
	Total daur ulang		35071,89		23267,72	
Pengomposan (sampah organik <i>biowaste</i>)	Sisa Makanan	57877,46	0,85	49195,84	8681,62	52,31%
	Sampah kebun	44560,34	0,85	37876,29	6684,05	
	Total Pengomposan	102437,80		87072,13	15365,67	
Insinerasi (sampah tercampur)	Sisa residu daur ulang + pengomposan	27169,84				33,72%
	Kain	7994,43				
	Diapers	17314,34				
	Sampah lain-lain	3202,35				
	Limbah B3	443,21				
	Total sampah ke insinerasi	56124,18				
Jumlah Sampah yang masuk ke TPA Jabon		166464,02				100,00%
Skenario 2	Material	Jumlah Sampah (ton)	Rf	Recycled (ton)	Sisa (ton)	Prosentase Sampah
Daur Ulang (sampah tercampur)	Plastik	25970,47	0,70	18179,33	7791,14	13,98%
	Kertas	4423,78	0,50	2211,89	2211,89	
	Karton	3100,39	0,70	2170,27	930,12	
	Besi/logam	270,50	0,80	216,40	54,10	
	Kaca	407,84	0,65	265,09	142,74	
	Karet	898,91	0,25	224,73	674,18	
	Total daur ulang		35071,89		23267,72	
Pengomposan (sampah organik <i>biowaste</i>)	Sisa Makanan	57877,46	0,85	49195,84	8681,62	52,31%
	Sampah kebun	44560,34	0,85	37876,29	6684,05	

	Total Pengomposan	102437,80	87072,13	15365,67	
Sanitary Landfill (sampah tercampur)	Sisa residu daur ulang + pengomposan	27169,84			
	Kain	7994,43			
	Diapers	17314,34			33,72%
	Sampah lain-lain	3202,35			
	Limbah B3	443,21			
	Total sampah ke sanitary landfill	56124,18			
Jumlah Sampah yang masuk ke TPA Jabon		166464,02			100,00%

Skenario 3	Material	Jumlah Sampah (ton)	Rf	Recycled (ton)	Sisa (ton)	Prosentase Sampah
Daur Ulang (sampah tercampur)	Plastik	25970,47	0,70	18179,33	7791,14	
	Kertas	4423,78	0,50	2211,89	2211,89	
	Karton	3100,39	0,70	2170,27	930,12	
	Besi/logam	270,50	0,80	216,40	54,10	13,98%
	Kaca	407,84	0,65	265,09	142,74	
	Karet	898,91	0,25	224,73	674,18	
		Total daur ulang	35071,89		23267,72	11804,17
Pengomposan (sampah organik biowaste)	Sisa Makanan	57877,46	0,85	49195,84	8681,62	
	Sampah kebun	44560,34	0,85	37876,29	6684,05	52,31%
		Total Pengomposan	102437,80		87072,13	15365,67
Insinerasi (sampah tercampur)	Sisa residu daur ulang + pengomposan	27169,84				
	Kain	7994,43				21,69%
	Diapers	17314,34		25308,8		
		Total insinerasi	52478,61			
		Abu sisa pembakaran	16369,16			
Sanitary Landfill (sampah tercampur)	Abu sisa pembakaran insinerasi	16369,16				
	Sampah lain-lain	3202,35				12,02%
	Limbah B3	443,21				

Total sampah ke <i>sanitary landfill</i>	20014,73	
Jumlah Sampah yang masuk ke TPA Jabon	218942,63	100,00%

H. Tahun 2025

Skenario 1	Material	Jumlah Sampah (ton)	Rf	Recycled (ton)	Sisa (ton)	Prosentase Sampah
Daur Ulang (sampah tercampur)	Plastik	27016,83	0,70	18911,78	8105,05	13,98%
	Kertas	4602,02	0,50	2301,01	2301,01	
	Karton	3225,31	0,70	2257,72	967,59	
	Besi/logam	281,40	0,80	225,12	56,28	
	Kaca	424,27	0,65	275,77	148,49	
	Karet	935,12	0,25	233,78	701,34	
	Total daur ulang		36484,95		24205,18	
Pengomposan (sampah organik <i>biowaste</i>)	Sisa Makanan	60209,37	0,85	51177,96	9031,41	52,31%
	Sampah kebun	46355,69	0,85	39402,34	6953,35	
	Total Pengomposan	106565,06		90580,30	15984,76	
Insinerasi (sampah tercampur)	Sisa residu daur ulang + pengomposan	28264,53				33,72%
	Kain	8316,53				
	Diapers	18011,94				
	Sampah lain-lain	3331,38				
	Limbah B3	461,07				
Total sampah ke insinerasi	58385,45					
Jumlah Sampah yang masuk ke TPA Jabon		173170,93				100,00%

Skenario 2	Material	Jumlah Sampah (ton)	Rf	Recycled (ton)	Sisa (ton)	Prosentase Sampah
Daur Ulang (sampah tercampur)	Plastik	27016,83	0,70	18911,78	8105,05	13,98%
	Kertas	4602,02	0,50	2301,01	2301,01	
	Karton	3225,31	0,70	2257,72	967,59	
	Besi/logam	281,40	0,80	225,12	56,28	
	Kaca	424,27	0,65	275,77	148,49	

	Karet	935,12	0,25	233,78	701,34	
	Total daur ulang	36484,95		24205,18	12279,77	
Pengomposan (sampah organik <i>biowaste</i>)	Sisa Makanan	60209,37	0,85	51177,96	9031,41	
	Sampah kebun	46355,69	0,85	39402,34	6953,35	52,31%
	Total Pengomposan	106565,06		90580,30	15984,76	
Sanitary Landfill (sampah tercampur)	Sisa residu daur ulang + pengomposan	28264,53				
	Kain	8316,53				
	Diapers	18011,94				33,72%
	Sampah lain-lain	3331,38				
	Limbah B3	461,07				
	Total sampah ke sanitary landfill	58385,45				
Jumlah Sampah yang masuk ke TPA Jabon		173170,93				100,00%

Skenario 3	Material	Jumlah Sampah (ton)	Rf	Recycled (ton)	Sisa (ton)	Prosentase Sampah
Daur Ulang (sampah tercampur)	Plastik	27016,83	0,70	18911,78	8105,05	
	Kertas	4602,02	0,50	2301,01	2301,01	
	Karton	3225,31	0,70	2257,72	967,59	
	Besi/logam	281,40	0,80	225,12	56,28	13,98%
	Kaca	424,27	0,65	275,77	148,49	
	Karet	935,12	0,25	233,78	701,34	
	Total daur ulang	36484,95		24205,18	12279,77	
Pengomposan (sampah organik <i>biowaste</i>)	Sisa Makanan	60209,37	0,85	51177,96	9031,41	
	Sampah kebun	46355,69	0,85	39402,34	6953,35	52,31%
	Total Pengomposan	106565,06		90580,30	15984,76	
Insinerasi (sampah tercampur)	Sisa residu daur ulang + pengomposan	28264,53				
	Kain	8316,53				21,69%
	Diapers	18011,94		26328,5		
	Total insinerasi	54593,00				

	Abu sisa pembakaran	17028,69	
Sanitary Landfill (sampah tercampur)	Abu sisa pembakaran insinerasi	17028,69	
	Sampah lain-lain	3331,38	12,02%
	Limbah B3	461,07	
	Total sampah ke sanitary landfill	20821,13	
Jumlah Sampah yang masuk ke TPA Jabon		227763,94	100,00%

I. Tahun 2026

Skenario 1	Material	Jumlah Sampah (ton)	Rf	Recycled (ton)	Sisa (ton)	Prosentase Sampah
Daur Ulang (sampah tercampur)	Plastik	28066,80	0,70	19646,76	8420,04	13,98%
	Kertas	4780,87	0,50	2390,43	2390,43	
	Karton	3350,66	0,70	2345,46	1005,20	
	Besi/logam	292,34	0,80	233,87	58,47	
	Kaca	440,76	0,65	286,49	154,27	
	Karet	971,47	0,25	242,87	728,60	
	Total daur ulang		37902,88		25145,88	
Pengomposan (sampah organik biowaste)	Sisa Makanan	62549,31	0,85	53166,92	9382,40	52,31%
	Sampah kebun	48157,24	0,85	40933,65	7223,59	
	Total Pengomposan	110706,55		94100,57	16605,98	
Insinerasi (sampah tercampur)	Sisa residu daur ulang + pengomposan	29362,98				33,72%
	Kain	8639,74				
	Diapers	18711,95				
	Sampah lain-lain	3460,84				
	Limbah B3	478,99				
	Total sampah ke insinerasi	60654,51				
Jumlah Sampah yang masuk ke TPA Jabon		179900,96				100,00%
Skenario 2	Material	Jumlah Sampah (ton)	Rf	Recycled (ton)	Sisa (ton)	Prosentase Sampah

Daur Ulang (sampah tercampur)	Plastik	28066,80	0,70	19646,76	8420,04	
	Kertas	4780,87	0,50	2390,43	2390,43	
	Karton	3350,66	0,70	2345,46	1005,20	
	Besi/logam	292,34	0,80	233,87	58,47	13,98%
	Kaca	440,76	0,65	286,49	154,27	
	Karet	971,47	0,25	242,87	728,60	
	Total daur ulang	37902,88		25145,88	12757,00	
Pengomposan (sampah organik <i>biowaste</i>)	Sisa Makanan	62549,31	0,85	53166,92	9382,40	
	Sampah kebun	48157,24	0,85	40933,65	7223,59	52,31%
	Total Pengomposan	110706,55		94100,57	16605,98	
Sanitary Landfill (sampah tercampur)	Sisa residu daur ulang + pengomposan	29362,98				
	Kain	8639,74				
	Diapers	18711,95				33,72%
	Sampah lain-lain	3460,84				
	Limbah B3	478,99				
	Total sampah ke <i>sanitary landfill</i>	60654,51				
Jumlah Sampah yang masuk ke TPA Jabon		179900,96				100,00%

Skenario 3	Material	Jumlah Sampah (ton)	Rf	Recycled (ton)	Sisa (ton)	Prosentase Sampah
Daur Ulang (sampah tercampur)	Plastik	28066,80	0,70	19646,76	8420,04	
	Kertas	4780,87	0,50	2390,43	2390,43	
	Karton	3350,66	0,70	2345,46	1005,20	
	Besi/logam	292,34	0,80	233,87	58,47	13,98%
	Kaca	440,76	0,65	286,49	154,27	
	Karet	971,47	0,25	242,87	728,60	
	Total daur ulang	37902,88		25145,88	12757,00	
Pengomposan (sampah organik <i>biowaste</i>)	Sisa Makanan	62549,31	0,85	53166,92	9382,40	
	Sampah kebun	48157,24	0,85	40933,65	7223,59	52,31%

	Total Pengomposan	110706,55	94100,57	16605,98	
Insinerasi (sampah tercampur)	Sisa residu daur ulang + pengomposan	29362,98			
	Kain	8639,74			
	Diapers	18711,95	27351,7		21,69%
	Total insinerasi	56714,68			
	Abu sisa pembakaran	17690,48			
Sanitary Landfill (sampah tercampur)	Abu sisa pembakaran insinerasi	17690,48			
	Sampah lain-lain	3460,84			
	Limbah B3	478,99			12,02%
	Total sampah ke sanitary landfill	21630,31			
Jumlah Sampah yang masuk ke TPA Jabon		236615,63			100,00%

J. Tahun 2027

Skenario 1	Material	Jumlah Sampah (ton)	Rf	Recycled (ton)	Sisa (ton)	Prosentase Sampah
Daur Ulang (sampah tercampur)	Plastik	29120,38	0,70	20384,27	8736,11	
	Kertas	4960,33	0,50	2480,17	2480,17	
	Karton	3476,43	0,70	2433,50	1042,93	
	Besi/logam	303,31	0,80	242,65	60,66	13,98%
	Kaca	457,30	0,65	297,25	160,06	
	Karet	1007,93	0,25	251,98	755,95	
	Total daur ulang	39325,70		26089,82	13235,88	
Pengomposan (sampah organik biowaste)	Sisa Makanan	64897,31	0,85	55162,72	9734,60	
	Sampah kebun	49964,98	0,85	42470,24	7494,75	52,31%
	Total Pengomposan	114862,30		97632,95	17229,34	
Insinerasi (sampah tercampur)	Sisa residu daur ulang + pengomposan	30465,22				
	Kain	8964,07				
	Diapers	19414,36				33,72%
	Sampah lain-lain	3590,76				
	Limbah B3	496,97				
	Total sampah ke insinerasi	62931,38				

Jumlah Sampah yang masuk ke TPA Jabon		186654,15					100,00%
Skenario 2	Material	Jumlah Sampah (ton)	Rf	Recycled (ton)	Sisa (ton)	Prosentase Sampah	
Daur Ulang (sampah tercampur)	Plastik	29120,38	0,70	20384,27	8736,11	13,98%	
	Kertas	4960,33	0,50	2480,17	2480,17		
	Karton	3476,43	0,70	2433,50	1042,93		
	Besi/logam	303,31	0,80	242,65	60,66		
	Kaca	457,30	0,65	297,25	160,06		
	Karet	1007,93	0,25	251,98	755,95		
	Total daur ulang		39325,70		26089,82		13235,88
Pengomposan (sampah organik <i>biowaste</i>)	Sisa Makanan	64897,31	0,85	55162,72	9734,60	52,31%	
	Sampah kebun	49964,98	0,85	42470,24	7494,75		
	Total Pengomposan	114862,30		97632,95	17229,34		
Sanitary Landfill (sampah tercampur)	Sisa residu daur ulang + pengomposan	30465,22				33,72%	
	Kain	8964,07					
	Diapers	19414,36					
	Sampah lain-lain	3590,76					
	Limbah B3	496,97					
Total sampah ke sanitary landfill	62931,38						
Jumlah Sampah yang masuk ke TPA Jabon		186654,15					100,00%
Skenario 3	Material	Jumlah Sampah (ton)	Rf	Recycled (ton)	Sisa (ton)	Prosentase Sampah	
Daur Ulang (sampah tercampur)	Plastik	29120,38	0,70	20384,27	8736,11	13,98%	
	Kertas	4960,33	0,50	2480,17	2480,17		
	Karton	3476,43	0,70	2433,50	1042,93		
	Besi/logam	303,31	0,80	242,65	60,66		
	Kaca	457,30	0,65	297,25	160,06		

	Karet	1007,93	0,25	251,98	755,95	
	Total daur ulang	39325,70		26089,82	13235,88	
Pengomposan (sampah organik <i>biowaste</i>)	Sisa Makanan	64897,31	0,85	55162,72	9734,60	
	Sampah kebun	49964,98	0,85	42470,24	7494,75	52,31%
	Total Pengomposan	114862,30		97632,95	17229,34	
Insinerasi (sampah tercampur)	Sisa residu daur ulang + pengomposan	30465,22				
	Kain	8964,07				21,69%
	Diapers	19414,36		28378,4		
	Total insinerasi	58843,65				
	Abu sisa pembakaran	18354,55				
Sanitary Landfill (sampah tercampur)	Abu sisa pembakaran insinerasi	18354,55				
	Sampah lain-lain	3590,76				12,02%
	Limbah B3	496,97				
	Total sampah ke <i>sanitary landfill</i>	22442,28				
Jumlah Sampah yang masuk ke TPA Jabon		245497,80				100,00%

BIOGRAFI PENULIS



Penulis bernama lengkap Martha Lumban Gaol, lahir di Kota Bontang, 03 Mei 1995. Penulis merupakan anak kedua dari empat bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yakni TK-SD Galilea Bontang, SMPN 1 Bontang, dan SMAN 2 Bontang. Pada tahun 2013, penulis menempuh pendidikan S1 di Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP-ITS. Selama menempuh perkuliahan di Jurusan Teknik Lingkungan ITS, penulis mengikuti beberapa organisasi kemahasiswaan yakni *staff* Environmental Engineering English Club (EEEC) HMTL periode 2014-2015, staf divisi persekutuan Persekutuan Mahasiswa Kristen (PMK) ITS periode 2015-2016 dan menjadi *volunteer* ITS Internasional Office divisi *Hospitality* pada tahun 2015-2016. Selain itu, penulis juga pernah mengikuti Global Project Based Learning di KMUTT Thailand tahun 2016, dan menjadi pendamping peserta Magang Ormawa ITS di KMUTL Thailand tahun 2016.

“ Halaman ini sengaja dikosongkan”