

SKRIPSI

***LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA) PENGOLAHAN
SAMPAH PROSES TERMAL PADA TEMPAT
PEMROSESAN AKHIR (TPA) SUPIT URANG
KOTA MALANG***



Oleh :

DEWA INDRA LUQMANA BUDIONO

1652010076

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
SURABAYA
2020**

SKRIPSI

***LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA) PENGOLAHAN
SAMPAH PROSES TERMAL PADA TEMPAT
PEMROSESAN AKHIR (TPA) SUPIT URANG
KOTA MALANG***



Oleh :

DEWA INDRA LUQMANA BUDIONO

1652010076

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
SURABAYA**

2020

**LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA) PENGOLAHAN
SAMPAH PROSES TERMAL PADA TEMPAT
PEMROSESAN AKHIR (TPA) SUPIT URANG
KOTA MALANG**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST.)
Program Studi Teknik Lingkungan.**

Diajukan Oleh :

DEWA INDRA LUOMANA BUDIONO

NPM: 1652010076

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK**

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"

JAWA TIMUR

SURABAYA

2020

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi / Tugas Akhir

**LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA) PENGOLAHAN SAMPAH
PROSES TERMAL PADA TEMPAT PEMROSESAN AKHIR
(TPA) SUPIT URANG KOTA MALANG**

Disusun Oleh :

DEWA INDRA LUOMANA BUDIONO

NPM: 1652010076

Telah Dipertahankan Dihadapan dan Diterima Oleh Tim Penguji Skripsi
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Lingkungan
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur Pada Tanggal

Menyetujui Dosen
Pembimbing



Ir. Naniek Ratni JAR., M.Kes
NIP. 19590729 198603 1 001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran"
Jawa Timur



Dr. Dra. Jariyah., MP.
NIP. 19650404 199103 2 001

CURRICULUM VITAE

DATA MAHASISWA					
Nama Lengkap	Dewa Indra Luqmana Budiono				
Fakultas/ Prog. Studi	Teknik/Teknik Lingkungan				
NPM	1652010076				
Tempat, Tanggal Lahir	Surabaya, 13 Januari 1998				
Alamat	Jln.Gunung Anyar Jaya Safira No. 2A Kecamatan Gunung Anyar Kota Surabaya				
Telepon	085787000098				
Email	dewaindraluqmana@gmail.com				
PENDIDIKAN					
No	Nama Univ./ Sekolah	Jurusan	Tahun		Keterangan
			Masuk	Lulus	
1	SDN Gelam 2 Sidoarjo	-	2004	2010	Lulus
2	SMPN 2 Candi Sidoarjo	-	2010	2013	Lulus
3	SMAN 20 Surabaya	IPA	2013	2016	Lulus
4	UPN "Veteran" Jawa Timur	Teknik Lingkungan	2016	2020	Lulus
TUGAS AKADEMIK					
No	TUGAS/ KEGIATAN	JUDUL/TEMPAT		TAHUN	
1	Kuliah Lapang/ SE	SPAM Kartamantul, IPLT		2019	
2	KKN	Desa Kedawung, Kecamatan Nglegok Kabupaten Blitar		2019	
3	Kerja Praktik	PT. Indonesia Power (PLTDG) Unit Pembangkitan Bali Pesanggaran, Denpasar		2019	
4	Tugas Perencanaan	Bangunan Pengolahan Air Buangan Industri Pembangkit Listrik Tenaga Diesel dan Gas (PLTDG)		2020	
5	Skripsi	<i>Life Cycle Assessment (LCA)</i> Pengolahan Sampah Proses Termal Pada Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Supit Urang Kota Malang		2020	
ORANG TUA					
Nama	Drs.Budiono.,MM				
Alamat	Jln. Gunung Anyar Jaya Safira No.2A Kecamatan Gunung Anyar Kota Surabaya				
Telepon	085230583541				
Pekerjaan	PNS				



KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Penulisan Tugas Akhir yang berjudul “*Life Cycle Assessment (LCA) Pengolahan Sampah Proses Termal Pada Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Supit Urang Kota Malang*” ini dalam rangka menyelesaikan Pendidikan S1 Program Sarjana Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

Penulisan Laporan Tugas Akhir dapat terlaksana atas bantuan dan bimbingan dari pihak-pihak yang terkait dalam pelaksanaannya. Oleh karena itu, perkenankan Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT, karena berkat rahmat-Nya tugas ini dapat terselesaikan dengan lancar.
2. Kedua Orang tua, serta yang telah memberikan dukungan moril, doa dan semangat.
3. Ibu Dra. Jariyah MP selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
4. Ibu Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
5. Ibu Ir. Naniek Ratni J A R, M.Kes selaku Dosen Pembimbing saya yang telah sabar menyediakan banyak waktu, tenaga dan pikiran dalam memberikan arahan, bimbingan dan saran.
6. Semua pihak yang telah membantu dan yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu.

Akhir kata, penyusun menyampaikan terimakasih dan maaf akan banyaknya kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini, semoga dapat memenuhi syarat akademis. Penyusun juga mengarap adanya kritik dan saran yang membangun, semoga ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan dunia ilmu pengetahuan pada umumnya

Surabaya, 12 November 2020

Penyusun

DAFTAR PUSTAKA

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR PUSTAKA	ii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
BAB I.....	3
PENDAHULUAN	3
1.1 Pendahuluan	3
1.2 Perumusan Permasalahan.....	5
1.3 Tujuan.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Lingkup Penelitian	6
BAB II.....	7
TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 <i>Life Cycle Assessment</i>	7
2.2 Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah	8
2.3 Komposisi Sampah.....	9
2.4 Pengolahan Sampah	10
2.4.1 Pengolahan Secara Fisik	10
2.4.2 Pengolahan Secara Biologis.....	10
2.4.3 Pengolahan Secara Kimia	11
2.5 Pengolahan Secara Termal	11
2.6 Insinerasi	12
2.7 Gasifikasi.....	14
2.8 Pirolisis.....	15
2.9 <i>Sanitary Landfill</i>	16
2.10 <i>Software SimaPro v.9.0.0.47</i>	16
2.11 Metode Environmental Product Declaration (EPD) 2007.....	18
2.12.1 Dampak Gas Rumah Kaca (GWP100).....	18
2.12.2 Dampak Penipisan Lapisan Ozon	18
2.12.3 Dampak Asidifikasi.....	18
2.12.4 Dampak Eutrofikasi	19

2.13	Gambaran Umum Wilayah Studi	19
2.14	Penelitian Terdahulu.....	20
BAB III		25
METODE PENELITIAN.....		25
3.1	Umum.....	25
3.2	Kerangka Penelitian	25
3.3	Studi Literatur.....	27
3.4	Pelaksanaan Penelitian	27
3.4.1	Pengumpulan Data Primer	27
3.4.1.1	Penelitian Lapangan	27
3.4.2	Pengumpulan Data Sekunder	28
3.5	Evaluasi Aspek Teknis	29
3.6	Skenario Pengolahan Sampah Termal dengan metode LCA	30
3.7	Analisis dan Pembahasan	30
3.8	Variabel Penelitian	36
3.9	Jadwal Penelitian.....	37
BAB IV		38
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		38
4.1	Analisis Kuantitas dan Komposisi Sampah.....	38
4.1.1	Analisis Densitas Sampah.....	38
4.1.2	Timbulan Sampah Eksiting.....	39
4.1.3	Komposisi Sampah	41
4.2	Analisa Teknis Pengolahan Sampah Termal.....	46
4.2.1	Insinerasi	51
4.2.2	Gasifikasi	54
4.2.3	Pirolisis.....	56
4.3	Sanitary Landfill.....	59
4.4	Teknis Pengolahan	60
4.5	Analisis Aspek Lingkungan dengan Metode LCA.....	61
4.5.1	Tujuan dan batas penelitian.....	61
4.5.2	Inventarisasi Data <i>Life Cycle Inventory</i> (LCI).....	61
4.5.3	Analisis Dampak Lingkungan Pengolahan Termal.....	76
4.5.4	Interpretasi Data Analisis Dampak Lingkungan	87
4.6	Analisis Aspek Teknis Pengolahan Termal.....	88
BAB V.....		90

KESIMPULAN DAN SARAN.....	90
5.1 Kesimpulan.....	90
5.2 Saran.....	90
DAFTAR PUSTAKA	92
Lampiran	94

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Insinerator.....	13
Gambar 2.2 Reaktor Gasifikasi.....	14
Gambar 2.3 Reaktor Pirolisis.....	16
Gambar 2.4 Peta Lokasi TPA Supit Urang.....	19
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian.....	26
Gambar 3.2 Batasan Penelitian (<i>scope</i>) Skenario 1.....	33
Gambar 3.3 Batasan Penelitian (<i>scope</i>) Skenario 2.....	34
Gambar 3.4 Batasan Penelitian (<i>scope</i>) Skenario 3.....	35
Gambar 4.1 Diagram hasil perhitungan rata-rata komposisi sampah TPA Supit Urang Kota Malang.....	45
Gambar 4.2 Unit <i>Crane</i>	47
Gambar 4.3 Unit Mesin Pencacah.....	48
Gambar 4.4 Unit mesin Magnetic Sparator.....	49
Gambar 4.5 Unit mesin <i>Trommel</i>	49
Gambar 4.6 Unit mesin Pengeringan (<i>Dryer machine</i>).....	49
Gambar 4.7 Reaktor Insinerator.....	52
Gambar 4.8 Reaktor <i>Gasifier</i>	55
Gambar 4.9 Reaktor Pirolisis.....	57
Gambar 4.10 Batasan <i>Goal and scope</i> metode LCA.....	61
Gambar 4.11 Diagram alur Insinerasi Sampah Tercampur Tahun 2030.....	67
Gambar 4.12 Diagram alur Insinerasi Sampah Organik <i>Biowaste</i> Tahun 2030...68	
Gambar 4.13 Diagram alur Insinerasi Sampah Organik <i>NonBiowaste</i> Tahun 2030.....	69
Gambar 4.14 Diagram alur Gasifikasi Sampah Organik Tercampur Tahun 2030.70	
Gambar 4.15 Diagram alur Gasifikasi Sampah Organik <i>Biowaste</i> Tahun 2030...71	
Gambar 4.16 Diagram alur Gasifikasi Sampah Organik <i>NonBiowaste</i> Tahun 2030.....	72
Gambar 4.17 Diagram alur Pirolisis Sampah Tercampur Tahun 2030.....	73
Gambar 4.18 Diagram alur Pirolisis Sampah <i>Biowaste</i> Tahun 2030.....	74
Gambar 4.19 Diagram alur Pirolisis Sampah <i>NonBiowaste</i> Tahun 2030.....	75
Gambar 4.20 Grafik hasil Perbandingan dampak <i>Global Warming</i> Pada Pengolahan Sampah Termal.....	77

Gambar 4.21 Grafik hasil Perbandingan dampak <i>Ozone layer depletion</i> Pada Pengolahan Sampah Termal.....	77
Gambar 4.22 Grafik hasil Perbandingan Dampak <i>Photochemical oxidation</i> Pada Pengolahan Sampah Termal.....	78
Gambar 4.23 Grafik hasil Perbandingan Dampak Senyawa Asidifikasi Pada Pengolahan Sampah Termal.....	79
Gambar 4.24 Grafik hasil Perbandingan Dampak Senyawa Asidifikasi Pada Pengolahan Sampah Termal.....	80
Gambar 4.25. Uji statistika Anova Two-Way pengaruh Insinerasi terhadap parameter dan jenis sampah	84
Gambar 4.26 Uji statistika Anova Two-Way pengaruh Gasifikasi terhadap parameter dan jenis sampah	85
Gambar 4.27 Uji statistika Anova Two-Way pengaruh Pirolisis terhadap parameter dan jenis sampah	85
Gambar 4.28 Uji statistika deskriptif pengaruh rata pengolahan termal terhadap jenis sampah <i>biowaste</i>	86

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Sampah di Kota Metropolitan di Indonesia Tahun 2018.....	9
Tabel 2.2 Input-Output (Energi dan Residu) pada Pengolahan Termal Sampah	11
Tabel 2.3 Emisi Gas sebagai <i>Output</i> Pengolahan Sampah Termal.....	12
Tabel 2.4 Penelitian Terdahulu	20
Tabel 3.1 Data yang dibutuhkan untuk penelitian	29
Tabel 3.2 Korelasi Aspek Teknis dan Data Penunjang.....	29
Tabel 3.3 Jadwal Penelitian.....	37
Tabel 4.1 Hasil Analisis Densitas Sampah	38
Tabel 4.2 Jumlah Sampah yang masuk ke TPA Supit Urang	39
Tabel 4.3 Jumlah Penduduk Kota Malang Tahun 2010-2020.....	40
Tabel 4.4 Hasil Proyeksi Penduduk Kota Malang Pada Tahun 2020-2030.....	40
Tabel 4.5 Hasil Proyeksi data Sampah Masuk ke TPA pada Tahun 2020-2030 ...	41
Tabel 4.6 Hasil Analisis Komposisi Sampah TPA Supit Urang Kota Malang.....	44
Tabel 4.7 Kebutuhan Lahan pada Insinerasi Sampah Tercampur.....	53
Tabel 4.8 Kebutuhan Lahan pada Insinerasi Sampah Organik <i>Biowaste</i>	53
Tabel 4.9 Kebutuhan Lahan pada Insinerasi Sampah Organik <i>non biowaste</i>	54
Tabel 4.10 Kebutuhan Lahan pada Gasifikasi Sampah Tercampur.....	55
Tabel 4.11 Kebutuhan Lahan pada Gasifikasi Sampah Organik <i>Biowaste</i>	56
Tabel 4.12 Kebutuhan Lahan pada Gasifikasi Sampah Organik <i>non biowaste</i>	56
Tabel 4.13 Kebutuhan Lahan pada Pirolisis Sampah Tercampur	58
Tabel 4.14 Kebutuhan Lahan pada Pirolisis Sampah Organik <i>Biowaste</i>	58
Tabel 4.15 Kebutuhan Lahan pada Pirolisis Sampah Organik <i>non biowaste</i>	58
Tabel 4.16 Hasil Perhitungan <i>Input</i> proses dan Kategori Jenis Sampah.....	63
Tabel 4.17 Hasil Perhitungan <i>Output</i> Proses dan Kategori Jenis Sampah.....	66
Tabel 4.18 Hasil Analisis Dampak <i>Global Warming</i> Pengolahan Sampah Termal	76
Tabel 4.19 Hasil Analisis Dampak <i>Ozone layer depletion</i> Pengolahan Sampah Termal	77
Tabel 4.20 Hasil Analisis Dampak <i>Photochemical oxidation</i> Pengolahan Sampah Termal	78
Tabel 4.21 Hasil Analisis Dampak Asidifikasi Pengolahan Sampah Termal.....	79
Tabel 4.22 Hasil Analisis Dampak Eutrofikasi Pengolahan Sampah Termal.....	80
Tabel 4.23 Perbandingan Aspek Teknis Pengolahan Termal	88

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.1 Densitas Sampah Per Komponen TPA Supit Urang Kota Malang	94
Lampiran A.2 <i>Life Cycle Inventori Assessment</i>	95
Lampiran A.3 Data Jumlah Penduduk Kota Malang 2011-2020	90
Lampiran B.1 Metode Aritmatika	91
Lampiran B.2 Metode Geometrik.....	91
Lampiran B.3 Metode <i>Least Square</i>	98
Lampiran B.4 Proyeksi sampah TPA Tahun 2030	98
Lampiran B.5 Perhitungan Jumlah lahan Sanitary Landfill Residu padatan	99
Lampiran C.1 Dokumentasi Penelitian	102
Lampiran D.1 Lembar Asistensi	103

ABSTRAK

Kota Malang mempunyai jumlah penduduk yang tinggi, sehingga meningkatkan jumlah timbulan sampah mulai dihasilkan oleh penduduk maupun fasilitas umum. Namun, hal ini berbanding terbalik dengan tingkat pelayanan pengelolaan sampah Kota Malang. Sampah tersebut diangkut ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) sampah Supit Urang, Tepat pengolahan ini adalah salah satu terbesar di Malang Raya, berlokasi di Kecamatan Sukun, Kota Malang. TPA Supit Urang memiliki luas wilayah eksisting sebesar 30 Ha, dan saat ini pengolahan masih menggunakan metode *Controlled landfill* sehingga dibutuhkan lahan yang luas untuk proses penimbunan dan menghasilkan emisi yang besar akibat gas dan lindi yang dihasilkan. Dibutuhkan metode pengganti pengolahan dengan teknologi yang hanya membutuhkan lahan minimum, sehingga perluasan pada lahan pengolahan tidak terjadi disetiap tahunnya, salah satu metode adalah pengolahan termal. Pada penelitian ini bertujuan untuk memprediksi dari macam-macam metode dari pengolahan termal sampah dengan *sanitary landfill* yang akan menguntungkan dari aspek teknis dan aspek lingkungan.

Penelitian ini diawali dengan data primer terdiri dari jumlah timbulan sampah TPA Supit Urang dengan metode *load count analysis*, serta data kuantitas sampah masuk untuk perencanaan pengolahan termal selama 10 tahun dengan cara proyeksi penduduk dan timbulan hingga tahun 2030. Data sekunder terdiri dari data jumlah penduduk Kota Malang 10 tahun terakhir (2011-2020) yang didapatkan dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Malang. Selain itu analisis aspek teknis dihitung melalui data karakteristik dan jumlah sampah yang masuk pada pengolahan. Analisis aspek lingkungan dilakukan dengan metode LCA dengan memasukkan data input dan output proses pengolahan termal ke dalam software SimaPro v.9.0.0.47, yang akan mendukung dalam memberikan hasil berupa dampak lingkungan yang dihasilkan.

Pada analisis aspek teknis dan lingkungan diperlukan proyeksi timbulan sampah yang masuk ke TPA Supit Urang yaitu 520,52 ton/hari atau 189.989 ton/tahun pada tahun 2030. Dari hasil analisa aspek teknis yang dihasilkan, diketahui bahwa pengolahan sampah termal dengan metode insinerasi sampah tercampur adalah paling terbaik karena pengolahan tersebut hanya membutuhkan lahan sedikit yaitu sebesar 1.385m², dengan menggunakan 1 reaktor dan 14 orang pekerja. Akan tetapi berbanding terbalik jika diperlukan *sanitary landfill* karena metode ini memiliki residu padatan yang cukup banyak. Sedangkan untuk analisis aspek lingkungan, metode pengolahan termal yang memiliki dampak paling kecil pada lingkungan adalah gasifikasi. Untuk jenis komposisi sampah yang menghasilkan emisi paling kecil adalah jenis sampah organik *biowaste*. Hasil analisis dampak lingkungan dari pengolahan gasifikasi sampah organik *biowaste* adalah *Global Warming* 4,51E8 kg CO₂ eq, *Ozone layer depletion* 1,74E3 CFC-11 eq, *Photochemical oxidation* 1,11E5 C₂H₄ eq, Asidifikasi 2,21E6 kg SO₂ eq, Eutrofikasi 3,03E6 PO₄ eq.

ABSTRACT

Malang City has a high population, thus increasing the amount of waste generated by residents and public facilities. However, this is inversely proportional to the service level of Malang City waste management. The waste is transported to the Supit Urang final waste processing site (TPA). This processing facility is one of the largest in Malang Raya, located in Sukun District, Malang City. TPA Supit Urang has an existing area of 30 hectares, and currently processing is still using the controlled landfill method so that it requires a large area for the stockpiling process and produces large emissions due to the gas and leachate produced. It takes a replacement method of processing with technology that only requires a minimum area, so that the expansion of the cultivated land does not occur every year, one of the methods is thermal processing. This research aims to predict the various methods of thermal processing of waste with sanitary landfills that will benefit from technical and environmental aspects.

This research begins with primary data consisting of the amount of waste generation from TPA Supit Urang using the load count analysis method, as well as data on the quantity of incoming waste for thermal processing planning for 10 years by means of population projections and generation until 2030. Secondary data consists of data on the population of the City. Malang The last 10 years (2011-2020) were obtained from the Central Statistics Agency (BPS) Malang City. In addition, the technical aspect analysis is calculated through the characteristic data and the amount of waste that enters processing. The analysis of environmental aspects is carried out using the LCA method by entering the input and output data of the thermal processing into the SimaPro v.9.0.0.47 software, which will support the results in the form of the resulting environmental impacts.

In the analysis of technical and environmental aspects, a projection of waste generation entering the Supit Urang TPA is required, namely 520.52 tonnes / day or 189,989 tonnes / year in 2030. From the results of the analysis of the technical aspects produced, it is known that thermal waste processing using the mixed waste incineration method is the best because the processing only requires a small amount of land, namely 1,385m², using 1 reactor and 14 workers. However, it is inversely proportional if a sanitary landfill is needed because this method has quite a lot of solid residues. Meanwhile, for the analysis of environmental aspects, the thermal processing method that has the least impact on the environment is gasification. For the type of waste composition that produces the smallest emissions is the type of organic waste biowaste. The results of the environmental impact analysis of biowaste organic waste gasification processing are Global Warming 4,51E8 kg CO₂ eq, Ozone layer depletion 1,74E3 CFC-11 eq, Photochemical oxidation 1,11E5 C₂H₄ eq, Acidification 2,21E6 kg SO₂ eq, Eutrophication 3, 03E6 PO₄ eq.