

SKRIPSI
DAMPAK GAS BUANG HASIL PENGOLAHAN
SAMPAH DOMESTIK MENGGUNAKAN
TEKNOLOGI TERMAL DENGAN METODE *LIFE*
CYCLE ASSESSMENT



Oleh :

RIZQI KURNIA PUTRA

18034010057

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM
SURABAYA
TAHUN 2023

SKRIPSI
DAMPAK GAS BUANG HASIL PENGOLAHAN
SAMPAH DOMESTIK MENGGUNAKAN
TEKNOLOGI TERMAL DENGAN METODE *LIFE*
CYCLE ASSESSMENT



Disusun Oleh :

RIZQI KURNIA PUTRA

18034010057

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM
SURABAYA
TAHUN 2023

**DAMPAK GAS BUANG HASIL PENGOLAHAN
SAMPAH DOMESTIK MENGGUNAKAN
TEKNOLOGI TERMAL DENGAN METODE *LIFE*
*CYCLE ASSESSMENT***

SKRIPSI

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

Diajukan Oleh :

Rizqi Kurnia Putra
NPM. 18034010057

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
JATIM
SURABAYA
TAHUN 2023**

**LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

**DAMPAK GAS BUANG HASIL PENGOLAHAN
SAMPAH DOMESTIK MENGGUNAKAN
TEKNOLOGI TERMAL DENGAN METODE *LIFE*
*CYCLE ASSESSMENT***

Diajukan Oleh :

Rizqi Kurnia Putra

NPM. 18034010057

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

Dr. Ir. Navirina Hendrasari, MT
NIP 19681126 199403 2 001

Mengetahui,

**DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM**

Dr. Dra. Faridah, MP
NIP 19650603 199103 2 001

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rizqi Kurnia Putra
NIM : 18034010057
Fakultas/ Program Studi : Teknik/ Teknik Lingkungan
Judul Skripsi/ Tugas Akhir
/ Tesis/ Desertasi : Dampak Gas Buang Hasil Pengolahan Sampah
Domestik Menggunakan Teknologi Termal
Dengan Metode *Life Cycle Assessment*

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di UPN "Veteran" Jawa Timur maupun diinstitusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan di setujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun, sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 20 Mei 2023

Yang Menyatakan



(Rizqi Kurnia Putra)

KATA PENGANTAR

Tiada kata yang pantas penulis ucapkan selain Alhamdulillah, rasa syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas nikmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan Tugas Akhir yang berjudul “Dampak Gas Buang Hasil Pengolahan Sampah Domestik Menggunakan Teknologi Termal Dengan Metode *Life Cycle Assessment*” ini dengan baik.

Ucapan terima kasih tak pula penulis ucapkan kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis sebelum, pada saat, dan sesudah kegiatan Kerja Praktik ini antara lain, yaitu:

1. Dr. Dra. Jariyah, MP selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Firra Rosariawari, ST., MT. selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur dan
3. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membantu, mengarahkan dan membimbing sehingga Tugas Akhir ini dapat selesai dengan baik.
4. Prof. Euis Nurul Hidayah, S.T., M.T., PhD. selaku Dosen Pengampu Mata Kuliah Metodologi penelitian yang membimbing selama perkuliahan
5. Seluruh Dosen dan Staff Pengajar Program Studi Teknik Lingkungan yang telah membagikan ilmu di dalam kelas maupun diskusi.
6. Kedua orang tua yang selalu memberikan do’a dan saran dalam menyelesaikan tugas ini.
7. Keluarga besar Teknik Lingkungan Angkatan 2018 telah memberikan semangat dan membantu proses pengerjaan laporan kerja praktik ini
8. Pihak lain yang telah memberikan doa, semangat, bantuan, dan lain lain, yang tak dapat penulis sebutkan secara rinci.

Penulis mengakui bahwa dalam penulisan laporan skripsi ini tak luput dari kekurangan, untuk itu penulis mohon maaf. Penulis mengharapkan berbagai masukan yang berkaitan dengan isi laporan agar ke depannya penulis dapat berbuat

yang lebih baik lagi. Semoga laporan skripsi ini memberikan manfaat, tak hanya bagi penulis, tetapi pihak lain yang membacanya.

Surabaya, 10 Mei 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	4
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT.....	x
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Ruang Lingkup	3
BAB 2	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Limbah Domestik.....	4
2.2 Manajemen dan Pengelolaan Limbah Domestik.....	5
2.3 Teknologi Pengolahan Sampah.....	8
2.4 Pengolahan Limbah dan Konsep Dasar <i>Waste to Energy</i> (WtE)	13
2.5 Peraturan Perundang-undangan Teknologi Pembakaran dan Emisi Gas Buang Pembakaran	15
2.6 Sistem <i>Life Cycle Assesment</i> (LCA) dalam Pengolahan Sampah	16
2.6.1 Penentuan Goals and Scope	17
2.7 Metode Environmental Product Declarations (EPD) 2007	18
2.8 Aplikasi Perangkat Lunak SimaPro V.9.0.0.47.....	19
2.9 Hasil Pembakaran Limbah	20
2.10 Dampak Pengolahan Limbah dengan Teknologi Pembakaran.....	22
2.10.1 Global Warming (GWP100)	23
2.10.2 Senyawa Penyebab Asidifikasi	23
2.10.3 Senyawa Penyebab Eutrofikasi	23

2.11	Gambaran Umum Wilayah Studi (Termasuk Komposisi Sampah Kota Surabaya).....	23
2.12	Penelitian Terdahulu.....	25
BAB 3		30
METODOLOGI PENELITIAN.....		30
3.1	Pendekatan Penelitian.....	30
3.2	Deskripsi Umum.....	30
3.3	Kerangka Penelitian	30
3.4	Langkah Kerja Penelitian	32
3.5	Alat dan Bahan	32
3.5.1	Alat	32
3.5.2	Bahan	32
3.6	Variabel Penelitian	33
3.7	Proses Kerja Insinerasi dan Gasifikasi	33
3.7.1	Proses Insinerasi	33
3.7.2	Proses Gasifikasi	34
3.8	Pengumpulan data	34
3.8.1	Data	34
3.9	Metode <i>Life Cycle Assessment</i>	38
3.10	Jadwal Penelitian.....	39
BAB 4		41
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		41
4.1	Analisa Karakteristik Timbulan Sampah	41
4.1.1	Analisa Timbulan Sampah	41
4.1.2	Analisa Densitas dan Komposisi Sampah	43
4.2	Nilai Kadar Oxygen (O ₂), Nitrogen Oksida (NO _x), Karbon Monoksida (CO), Karbon Dioksida (CO ₂), Sulfur Dioxide (SO ₂) dan Hydrogen Chloride (HCl) yang Dihasilkan Oleh Insenerasi dan Gasifikasi.....	44
4.2.1	Perbandingan Nilai Beban Pencemar Pada Jenis Limbah <i>Biodegradable</i> , <i>Non-Biodegradable</i> , dan Campuran Antara <i>Biodegradable</i> dan <i>Non-Biodegradable</i> pada Insenerasi	45

4.2.2 Perbandingan Nilai Beban Pencemar Pada Jenis Limbah <i>Biodegradable</i> , <i>Non-Biodegradable</i> , dan Campuran Antara <i>Biodegradable</i> dan <i>Non-</i> <i>Biodegradable</i> pada Gasifikasi	51
4.2.3 Perbandingan Nilai Beban Pencemar Pada Insenerasi dan Gasifikasi ...	59
4.3 Dampak yang Ditimbulkan Oleh Emisi Gas Buang Teknologi Pembakaran	66
BAB 5	75
KESIMPULAN DAN SARAN.....	75
5.1 Kesimpulan.....	75
5.2 Saran.....	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Komposisi Sampah Indonesia berdasarkan Jenis dan Sumber.....	5
Gambar 2. 2 Diagram Alir Pengolahan Limbah Padat.....	6
Gambar 2. 3 Mekanisme Pengolahan Limbah Padat.....	7
Gambar 2. 4 Komposisi Limbah Domestik Pemukiman/Perkotaan.....	8
Gambar 2. 5 Skema Pengolahan Limbah Padat Metode Insinerasi (MSWI) TPA	11
Gambar 2. 6 Skema Proses Insinerasi Limbah Domestik Perkotaan	11
Gambar 2. 7 Fixed Bed Insinerator/Reactor	12
Gambar 2. 8 Moving Grate Incinerator Jenis Rotary Kiln	13
Gambar 2. 9 Skema WtE pada PLTSa	14
Gambar 2. 10 Lokasi TPSa Benowo, Surabaya	24
Gambar 4. 1 Grafik Hubungan Jenis Rasio Perbandingan Sampah Dengan Nilai Beban Pencemar dan Variasi Volume Sampah Running 1.....	50
Gambar 4. 2 Grafik Hubungan Jenis Rasio Perbandingan Sampah Dengan Nilai Beban Pencemar dan Variasi Volume Sampah Running 2.....	50
Gambar 4. 3 Grafik Hubungan Jenis Rasio Perbandingan Sampah Dengan Nilai Beban Pencemar dan Variasi Volume Sampah Running 1.....	57
Gambar 4. 4 Grafik Hubungan Jenis Rasio Perbandingan Sampah Dengan Nilai Beban Pencemar dan Variasi Volume Sampah Running 2.....	57
Gambar 4. 5 Grafik Hubungan Perbandingan Teknologi Thermal Dengan Nilai Kadar O ₂	59
Gambar 4. 6 Grafik Hubungan Perbandingan Teknologi Thermal Dengan Nilai Kadar CO ₂	60
Gambar 4. 7 Grafik Hubungan Perbandingan Teknologi Thermal Dengan Nilai Kadar CO	61
Gambar 4. 8 Grafik Hubungan Perbandingan Teknologi Thermal Dengan Nilai Kadar Nox	62

Gambar 4. 9 Grafik Hubungan Perbandingan Teknologi Thermal Dengan Nilai Kadar Hcl	63
Gambar 4. 10 Grafik Hubungan Perbandingan Teknologi Thermal Dengan Nilai Kadar SO ₂	64
Gambar 4. 11 Grafik Perbandingan Dampak Global Warming Dari Pengolahan Termal Sampah	70
Gambar 4. 12 Grafik Perbandingan Dampak Global Warming Dari Pengolahan Termal Sampah	72
Gambar 4. 13 Grafik Perbandingan Dampak Ozone Formation Human Health Dari Pengolahan Termal Sampah	73
Gambar 4. 14 Grafik Perbandingan Dampak Ozone Formation Terrestrial Ecosystem Dari Pengolahan Termal Sampah	74

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sumber Limbah Domestik Pemukiman	4
Tabel 2. 2 Input-Output (Energi & Residu) pada Pengolahan Termal Sampah...	10
Tabel 2. 3 Baku Mutu Udara PLTSa Permen LHK No. P.15 Tahun 2019	15
Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu	25
Tabel 4. 1 Besaran Volume Sampah dan Berat Timbulan Sampah yang Berada di Tempat Pembuangan Sampah (TPS) Tanjung Tembaga dan Tempat Pembuangan Sampah (TPS) Jambangan	41
Tabel 4. 2 Perhitungan Sampah.....	42
Tabel 4. 3 Perhitungan Timbulan Sampah	42
Tabel 4. 4 Desitas dan Komposisi Sampah	43
Tabel 4. 5 Volume Sampah Tahun 2022	43
Tabel 4. 6 Nilai Beban Pencemar pada Insenerasi	45
Tabel 4. 7 Nilai Beban Pencemar pada Gasifikasi	52
Tabel 4. 8 Hasil Analisis Dampak dari Pengolahan Termal Insenerasi dan Gasifikasi	68
Tabel 4. 9 Baku Mutu Emisi	72

ABSTRAK

Residu pengendalian polusi udara dikategorikan sebagai limbah berbahaya dan umumnya tidak cocok untuk pemanfaatannya karena sifat teknisnya yang buruk dan kandungan yang tinggi garam dan logam berat. Teknik pembakaran sampah dengan incinerator merupakan metode yang sangat efektif untuk diterapkan dalam mengolah limbah karena kemampuan menurunkan volume sampah secara cepat sebelum dibuang ke tempat pembuangan akhir (TPA). Teknologi pengolahan sampah secara kimiawi biasa diketahui sebagai pengolahan termal atau dengan tenaga panas. Terdapat 3 pengolahan termal sampah, yaitu insinerasi, pirolisis dan gasifikasi. Pada penelitian ini akan dibandingkan pengolahan termal sampah insinerasi dan gasifikasi. Penelitian ini menggunakan metode mencari hasil emisi dari teknologi pembakaran, menggunakan metode *Life Cycle Assessment* (LCA) dalam mencari dampak yang dihasilkan oleh emisi tersebut. Untuk lingkup penelitian ini adalah dari timbulan sampah perusahaan sampai dengan ke tempat pengolahan akhir menggunakan teknologi pembakaran atau bisa disebut dengan *gate to grave*. Variabel dalam penelitian ini terdiri dari variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah volume sampah (100 kg dan 150 kg), Rasio sampah (1 : 1, 1 : 2 dan 2 : 1) Dan Variabel terikat yaitu Kadar abu yang dihasilkan oleh teknologi pembakaran, Parameter NO_x, O₂, CO, CO₂, SO₂ dan HCl yang dihasilkan oleh teknologi pembakaran. Dari penelitian yg sudah dilakukan, dapat diketahui bahwa hasil teknologi gasifikasi nilai tertinggi pada kadar CO, NO_x, HCl, SO₂ dan CO₂ ada pada variable Non-biodegradable 150 Kg berturut-turut dengan nilai 281,62 mg/Nm³, 664,35 mg/Nm³, 205,6 mg/Nm³, 568,85 mg/Nm³, dan 553721.31 mg/Nm³, adapun pada Kadar O₂ tertinggi terdapat pada variable biodegradable 150 Kg dengan nilai 19.64 ppm. Pada teknologi insinerasi dapat diketahui nilai tertinggi pada kadar CO, NO_x, HCl, SO₂ dan CO₂ berturut-turut memiliki nilai yaitu 250.38 mg/Nm³, 632.71 mg/Nm³, 176.45 mg/Nm³, 537.62 mg/Nm³, 525612.83 mg/Nm³, dan pada Kadar O₂ tertinggi terdapat pada variable biodegradable 150 Kg dengan nilai 16.12 ppm.

Kata kunci : Insenerasi, Gasifikasi, Life Cycle Assessment

ABSTRACT

Air pollution control residues are categorized as hazardous wastes and are generally unsuitable for their utilization due to their poor technical properties and high content of salts and heavy metals. The technique of burning waste with an incinerator is a very effective method to be applied in treating waste because of its ability to reduce the volume of waste quickly before it is disposed of in a final disposal site (TPA). Chemical waste processing technology is commonly known as thermal treatment or by heat energy. There are 3 waste thermal treatments, namely incineration, pyrolysis and gasification. In this study, thermal processing of incineration and gasification waste will be compared. This study uses the method of finding the results of emissions from combustion technology and using the Life Cycle Assessment (LCA) method to look for the impact produced by these emissions. The scope of this research is from the company's waste generation to the site Final processing uses combustion technology or can be called gate to grave. The variables in this research consist of independent variables and dependent variables. The independent variables in this study were the waste volume (100 kg and 150 kg), the waste ratio (1: 1, 1: 2 and 2: 1) and the dependent variable, namely the ash content produced by combustion technology, parameters NO_x , O_2 , CO , CO_2 , SO_2 and HCl generated by combustion technology. From the research that has been done, it can be seen that the results of gasification technology have the highest values for CO , NO_x , HCl , SO_2 and CO_2 levels in the Non-biodegradable variable 150 Kg respectively with values of 281.62 mg/Nm³, 664.35 mg/Nm³, 205.6 mg/Nm³, 568.85 mg/Nm³, and 553721.31 mg/Nm³, while the highest O_2 content was found in the 150 Kg biodegradable variable with a value of 19.64 ppm. In incineration technology, it can be seen that the highest values for CO , NO_x , HCl , SO_2 and CO_2 respectively have values of 250.38 mg/Nm³, 632.71 mg/Nm³, 176.45 mg/Nm³, 537.62 mg/Nm³, 525612.83 mg/Nm³, and the highest O_2 content was found in the 150 Kg biodegradable variable with a value of 16.12 ppm.

Keywords : Incineration, Gasification, Life Cycle Assessment