

SKRIPSI
PENILAIAN DAMPAK PADA PROSES
PRODUKSI PUPUK ZA II DENGAN METODE
LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA)



Oleh:

SAFFIRA ARLISA DEVI
NPM 19034010103

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

**PENILAIAN DAMPAK PADA PROSES PRODUKSI PUPUK ZA II
DENGAN METODE *LIFE CYCLE ASSESSMENT* (LCA)**

SKRIPSI

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

Diajukan Oleh:

SAFFIRA ARLISA DEVI

NPM 19034010103

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

**LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI**

**PENILAIAN DAMPAK PADA PROSES PRODUKSI PUPUK ZA II
DENGAN METODE *LIFE CYCLE ASSESSMENT* (LCA)**

Disusun Oleh :

SAFFIRA ARLISA DEVI
NPM 19034010103

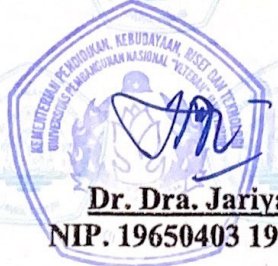
Telah Dipertahankan Dihadapan dan Diterima Oleh Tim Penguji Skripsi
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Lingkungan
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Pada Tanggal : 14 Juli 2023

Menyetujui
Dosen Pembimbing,



M. MIRWAN, ST., M.T.
NIP. 19760212 202121 1 004

Mengetahui
DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM



Dr. Dra. Jariyah M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Saffira Arlisa Devi
NIM : 19034010103
Fakultas /Program Studi : Teknik /Teknik Lingkungan
Judul Skripsi/Tugas Akhir/
Tesis/Desertasi : Penilaian Dampak pada Proses Produksi Pupuk ZA II
dengan Metode *Life Cycle Assessment* (LCA)

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 di institusi 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 Juli 2023

Yang Menyatakan,



(Saffira Arlisa Devi)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat kepada Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Penilaian Dampak pada Proses Produksi Pupuk ZA II dengan Metode *Life Cycle Assessment (LCA)*”**. Skripsi ini dapat tersusun atas kerja sama dan berkat bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

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.
3. M. Mirwan, ST. MT. Selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan, arahan, dukungan maupun kritik dan saran sehingga skripsi dapat selesai dengan baik.
4. Kedua orang tua saya dan seluruh keluarga yang telah mendoakan, memberikan semangat, dan dukungan sehingga skripsi ini dapat selesai tepat waktu.
5. Teman – teman angkatan 2019 yang selalu memberikan semangat dalam pengerjaan skripsi ini.
6. Semua pihak lainnya yang telah membantu kelancaran penyelesaian skripsi ini.

Penyusun menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan proposal skripsi ini belum sempurna. Kritik dan saran sangat diharapkan. Semoga proposal skripsi yang saya tulis ini dapat berguna bagi semua pembaca maupun penyusun sendiri.

Surabaya, 1 Februari 2023

Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
1.5. Ruang Lingkup.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Industri Pupuk PT Petrokimia Gresik.....	5
2.2. Pupuk ZA.....	6
2.2.1 Pupuk ZA II.....	6
2.2.2 Proses Produksi Pupuk ZA II.....	8
2.3 Pencemaran Udara.....	10
2.3.1 Sumber Pencemaran Udara.....	10
2.3.2 Dampak Pencemar Udara.....	11
2.4 Gas Rumah Kaca (GRK).....	12
2.5 Pemanasan Global.....	13
2.6 <i>Life Cycle Assessment (LCA)</i>	13

2.6.1	Definisi <i>Life Cycle Assessment (LCA)</i>	13
2.6.2	Ruang Lingkup dan Tahapan LCA.....	14
2.6.3	Metode pada <i>Life Cycle Assessment (LCA)</i>	18
2.7	<i>Software SimaPro 9.4.0.2</i>	19
2.8	<i>Software Open LCA 1.11.0</i>	21
2.9	Penelitian Terdahulu	21
BAB 3 METODE PENELITIAN		29
3.1	Kerangka Penelitian	29
3.2	Bahan dan Alat.....	31
3.3	Cara Kerja	33
3.4	Variabel Penelitian.....	36
3.5	Analisis	36
3.6	Jadwal Kegiatan.....	38
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		39
4.1	Penentuan <i>Goal and Scope</i>	39
4.2	Penentuan <i>Life Cycle Inventory (LCI)</i>	40
4.3	Penentuan <i>Life Cycle Impact Assessment (LCIA)</i>	54
4.3.1	LCIA dengan <i>software SimaPro 9.4.0.2</i>	54
4.3.2	LCIA dengan <i>software Open LCA 1.11.0</i>	64
4.4	Interpretasi Hasil Analisis LCA	68
4.4.1	Analisis <i>Hotspot</i>	68
4.4.2	Evaluasi <i>Life Cycle Assessment</i>	70
4.5	Penentuan Alternatif Skenario Perbaikan	71
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		77
5.1	Kesimpulan.....	77

5.2	Saran	78
	DAFTAR PUSTAKA	79
	LAMPIRAN A	82
	LAMPIRAN B DOKUMENTASI.....	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Departemen PT Petrokimia Gresik	5
Gambar 2. 2 Proses Produksi Pupuk ZA II PT Petrokimia Gresik	8
Gambar 2. 3 Ruang Lingkup LCA.....	15
Gambar 2. 4 Tahapan <i>Life Cycle Assessment</i> (LCA).....	16
Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian.....	31
Gambar 4. 1 <i>Flow Diagram</i> Pupuk ZA II.....	40
Gambar 4. 2 <i>Mass Balance Carbonation Unit</i>	41
Gambar 4. 3 <i>Mass Balance Reaction Unit</i>	42
Gambar 4. 4 <i>Mass Balance Filtration Unit</i>	44
Gambar 4. 5 <i>Mass Balance Neutralization Unit</i>	46
Gambar 4. 6 <i>Mass Balance Evaporation Unit</i>	47
Gambar 4. 7 <i>Mass Balance Cryzallization Unit</i>	48
Gambar 4. 8 <i>Mass Balance Drying & Cooling Unit</i>	50
Gambar 4. 9 <i>Mass Balance Gas Scrubbing Unit</i>	52
Gambar 4. 10 <i>Mas Balance Dryer – Cooler Scrubber</i>	53
Gambar 4. 11 <i>Network Result</i> Proses Produksi Pupuk ZA II.....	55
Gambar 4. 12 Nilai Normalisasi Dampak pada Proses Produksi Pupuk ZA II.....	59
Gambar 4. 13 <i>Output</i> Pembobotan di Setiap <i>Impact Category</i> Error! Bookmark not defined.	
Gambar 4. 14 Hubungan antara <i>Impact Category Fossil Depletion</i> dengan Input	64
Gambar 4. 15 Hubungan antara <i>Impact Category Metal Depletion</i> dengan Input	65
Gambar 4. 16 Grafik Perubahan Nilai Dampak menggunakan <i>Skenario 1</i>	72
Gambar 4. 17 Grafik Perubahan Nilai Dampak menggunakan <i>Skenario 2</i>	74
Gambar 4. 18 Grafik Perubahan Nilai Dampak menggunakan <i>Skenario 3</i>	75

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	21
Tabel 2. 2 Jadwal Kegiatan Penelitian	38
Tabel 3. 1 Tabel Data Sekunder.....	32
Tabel 3. 2 Jadwal Kegiatan Penelitian	38
Tabel 4. 1 Nilai Karakterisasi Dampak pada Proses Produksi Pupuk ZA II.....	57
Tabel 4. 2 Urutan Dampak Terbesar pada Keseluruhan Unit Proses.....	60
Tabel 4. 3 Kategori dampak yang dihasilkan menggunakan metode <i>Recipe 2016</i> dengan <i>database ecoinvent</i>	66
Tabel 4. 4 Hasil Penilaian Dampak dengan Penambahan dan Pengurangan Material, Energi, dan Emisi	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 5 Presentase Penurunan Skenario 1.....	73
Tabel 4. 6 Presentase Penurunan Skenario 2.....	74
Tabel 4. 7 Presentase Penurunan Skenario 3.....	75

ABSTRAK

Proses pembuatan pupuk ZA II terdiri dari enam inti proses, yaitu *carbonation, reaction, filtration, neutralization, evaporation & cryztallization, drying & cooling* yang pada setiap unit prosesnya menggunakan bahan kimia dan menghasilkan emisi. Kegiatan industri pupuk mempunyai potensi menimbulkan pencemaran lingkungan hidup, oleh karena itu perlu dilakukan *Preventif Action* atau langkah pencegahan dalam upaya mengendalikan limbah emisi udara yang dihasilkan serta adanya alternatif untuk menciptakan produk dengan proses produksi yang ramah lingkungan.

Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi dampak lingkungan menggunakan metode *Life Cycle Assessment (LCA)* berdasarkan data bahan baku, bahan kimia, dan bahan bakar yang digunakan, serta produk dan emisi yang dihasilkan. Analisis dampak lingkungan dilakukan dengan pendekatan *Endpoint* dengan metode *Recipe 2016* yang terbagi dalam tiga kategori utama, antara lain *human health, ecosystem quality, dan resources. Software* yang digunakan pada penelitian ini untuk mengidentifikasi besaran dampak lingkungan pada proses LCA adalah SimaPro 9.4.0.2 dan Open LCA 1.11.0.

Berdasarkan hasil kajian LCA, kategori dampak terbesar dari keseluruhan proses produksi pupuk ZA II adalah dampak *Resources* dengan kategori dampak *Fossil Depletion*, sedangkan unit proses yang menghasilkan nilai dampak terbesar ialah unit *Drying & Cooling*. Dampak yang muncul pada unit ini disebabkan oleh adanya bahan kimia amonia dari *anti caking*, emisi amonia, dan karbon dioksida yang dihasilkan, serta penggunaan listrik yang berlebih. Maka dari itu, perlu adanya program alternatif perbaikan yang akan direkomendasikan. Beberapa program alternatif yang dapat digunakan untuk meminimalisir dampak antara lain, pengurangan dosis *anti caking*, penggunaan transformator, dan penggabungan antara pengurangan dosis *anti caking* & penggunaan transformator.

Kata Kunci: Dampak Lingkungan, LCA, Pupuk ZA II, Simapro 9.4.0.2, OpenLCA 1.11.0, *Recipe 2016*

ABSTRACT

The process of making ZA II fertilizer consists of six process cores, namely *carbonation, reaction, filtration, neutralization, evaporation & crystallization, and drying & cooling* which in each process unit uses chemicals and produces emissions. Fertilizer industry activities have the potential to cause environmental pollution, therefore it is necessary to take *Preventive Action* or preventive steps in an effort to control the air emission waste produced and the existence of alternatives to create products with environmentally friendly production processes.

This research was conducted to identify environmental impacts using the *Life Cycle Assessment (LCA)* method based on data on raw materials, chemicals, fuels used, and products and emissions produced. Environmental impact analysis is carried out with the *Endpoint approach with the Recipe 2016 method* which is divided into three main categories, including *human health, ecosystem quality, and resources*. The software used in this study to identify the amount of environmental impact on the LCA process is SimaPro 9.4.0.2 and Open LCA 1.11.0.

Based on the results of the LCA study, the largest impact category of the entire ZA II fertilizer production process is the impact of *Resources* with the impact category of *Fossil Depletion*, while the processing unit that produces the largest impact value is the *Drying & Cooling* unit. The impact on this unit is caused by the presence of ammonia chemicals from *anti-caking*, ammonia emissions, and carbon dioxide produced, as well as excessive electricity use. Therefore, there is a need for alternative repair programs that will be recommended. Some alternative programs that can be used to minimize the impact include, reducing the dose of anti-caking, *using transformers, and combining the reduction of anti-caking doses and the use of transformers*.

Keywords: Environmental Impact, LCA, Pupuk ZA II, Simapro 9.4.0.2, OpenLCA 1.11.0, *Recipe 2016*