

SKRIPSI

LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA)
PERTAMBANGAN BATU KAPUR (LIMESTONE)
DAN TANAH LIAT (CLAY) PERUSAHAAN
SEMEN KABUPATEN TUBAN



Oleh :

RETNO KINANTY

NPM. 17034010056

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM
SURABAYA
2022

SKRIPSI

LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA)
PERTAMBANGAN BATU KAPUR (*LIMESTONE*)
DAN TANAH LIAT (*CLAY*) PERUSAHAAN
SEMEN KABUPATEN TUBAN



Oleh :

RETNO KINANTY

NPM. 17034010056

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM
SURABAYA
2022

**LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA) PERTAMBANGAN BATU
KAPUR (LIMESTONE) DAN TANAH LIAT (CLAY)
PERUSAHAAN SEMEN KABUPATEN TUBAN**

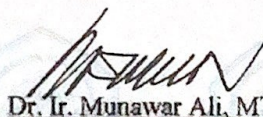
Disusun Oleh :

RETNO KINANTY

NPM: 17034010056

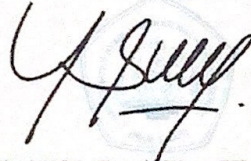
Telah Dipertahankan Dihadapan dan Diterima Oleh Tim Penguji Skripsi
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Lingkungan
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Pada Tanggal :

Menyetujui
Pembimbing I,



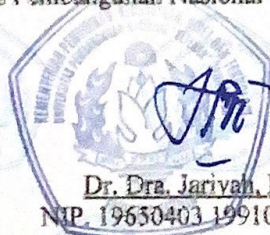
Dr. Ir. Munawar Ali, MT
NIP. 19600401 198803 1 001

Pembimbing II,



Aulia Ulfah Farahdiba, ST, MSc
NIP. 172 1989 0106 060

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

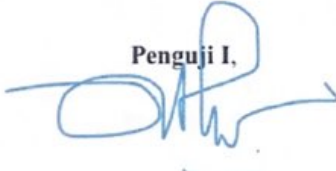


Dr. Dra. Jarivan, MP
NIP. 19650403 199103 2 001

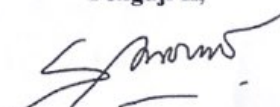
**LEMBAR PERSETUJUAN
LULUS REVISI UJIAN LISAN
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN**

Nama : Retno Kinanty
NPM : 17034010056
Judul Skripsi : *Life Cycle Assessment (LCA) Pertambangan Batu Kapur (limestone)*
dan Tanah Liat (*clay*) Perusahaan Semen Kabupaten Tuban

Disetujui oleh Tim Penguji Skripsi Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas
Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" JawaTimur Pada Tanggal :
31 Desember 2021

Penguji I,


Ir. Tuhu Agung Rachmanto, MT
NIP. 19620501 198803 1 001

Penguji II,


Ir. Yayok Suryo Purnomo, MS
NIP. 19600601 198703 1 001

**Mengetahui,
Koordinator Progam Studi
Teknik Lingkungan**



Dr. Ir. Novrina Hendrasarie, MT
NIP. 19681126 199403 2 001

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Retno Kinanty

NPM : 17034010056

Program Studi : Teknik Lingkungan

Fakultas : Teknik

Email : retnokinantt@gmail.com

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul **“Life Cycle Assessment (LCA) Pertambangan Batu Kapur (Limestone) dan Tanah Liat (Clay) Perusahaan Semen Kabupaten Tuban”** benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 14 Januari 2022

Yang membuat pernyataan,



Retno Kinanty

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan HidayahNya sehingga saya dapat menyelesaikan Laporan Skripsi dengan baik dan tepat waktu. Laporan skripsi dengan judul **“Life Cycle Assessment (LCA) Pertambangan Batu Kapur (*Limestone*) dan Tanah Liat (*Clay*) Perusahaan Semen Kabupaten Tuban”**. Laporan ini merupakan salah satu persyaratan bagi setiap mahasiswa Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, UPN “Veteran” Jawa Timur untuk mendapatkan gelar sarjana.

Selama menyelesaikan laporan skripsi ini, saya telah banyak memperoleh bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu pada kesempatan ini saya ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Dr. Dra. Jariyah, MP selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT. Selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak Dr. Ir. Munawar Ali, MT dan Ibu Aulia Ulfah Farahdiba, ST, MSc. selaku Dosen Pembimbing saya yang telah menyediakan banyak waktu, tenaga dan pikiran dalam memberikan arahan, bimbingan dan saran.
4. Kedua Orang tua dan keluarga yang selalu ada untuk menguatkan, meyakinkan dan memberikan dukungan moril, materil serta do’a.
5. Alvian Phyrismanda Prasetyo yang menyemangati dan mendoakan dalam proses pengerjaan tugas akhir ini hingga terselesaikan dengan baik di waktu terbaik.
6. Semua teman-teman Program Studi Teknik Lingkungan angkatan 2017, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang telah memberikan dorongan semangat dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Serta sahabat disekeliling saya yang selalu support dan menguatkan selama proses pengerjaan laporan ini.

8. *Last but not least, I wanna thank me, for believing in me, for doing all this hard work, for having no days off, for never quitting, for just being me at all times.*

Penyusun menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan skripsi ini, untuk itu saran dan kritik yang membangun akan penyusun terima. Akhir kata, penyusun berharap agar laporan ini dapat bermanfaat dan mohon maaf yang sebesar-besarnya apabila didalam laporan ini terdapat katakata yang kurang berkenan atau kurang dipahami.

Surabaya, Januari 2022

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Semen	5
2.2 Pertambangan	5
2.2.1 Batu Gamping	8
2.2.2 Tanah Liat (<i>Clay</i>).....	11
2.2.3 Proses Penambangan dan Pengolahan Batu Gamping.....	13
2.3 Keanekaragaman Hayati (<i>Biodiversity</i>).....	17
2.3.1 Indeks Keanekaragaman	19
2.4 <i>Life Cycle Assessment (LCA)</i>	20
2.4.1 Definisi <i>Life Cycle Assessment (LCA)</i>	20
2.4.2 <i>Product Category Rule (PCR)</i>	21
2.4.3 <i>International Standard Organisation (ISO)</i>	22
2.4.4 Metodologi <i>Life Cycle Assessment (LCA)</i>	23
2.4.5 <i>Life Cycle Inventory (LCI)</i>	26
2.4.6 <i>Life Cycle Impact Assessment (LCIA)</i>	27
2.4.7 <i>Sustainable Supply Chain</i>	28
2.4.8 Metode pada <i>Life Cycle Assessment</i>	29

2.5 Kategori Dampak (<i>Impact Category</i>)	31
2.5.1 <i>Respiratory Inorganics</i>	31
2.5.2 <i>Land Use</i>	31
2.5.3 <i>Fossil Fuels</i>	31
2.5.4 <i>Carcinogens</i>	31
2.6 <i>SimaPro</i>	32
2.7 Penelitian Terdahulu	34
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	38
3.1 Gambaran Umum.....	38
3.2 Kerangka Penelitian.....	38
3.3 Pelaksanaan Penelitian.....	39
3.4 Penginputan Data dalam <i>SimaPro</i> 9.1.1.1	44
3.4.1 Penentuan <i>Goal</i> dan <i>Scape</i> dalam <i>SimaPro</i> 9.1.1.1	44
3.4.2 Analisis Data <i>Inventory</i> dalam <i>SimaPro</i> 9.1.1.1	45
3.4.3 <i>Impact Assessment</i> dalam <i>SimaPro</i> 9.1.1.1	45
3.4.4 <i>Interprestation</i> dalam <i>SimaPro</i> 9.1.1.1	45
3.4.5 <i>Biodiversity Assessment</i>	45
3.6 Variabel Penelitian.....	47
3.7 Jadwal Kegiatan.....	47
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	48
4.1 Pengolahan <i>Life Cycle Assessment</i> dengan <i>Software</i> <i>SimaPro</i> 9.1.1.1	48
4.1.1 Penentuan <i>Goal</i> and <i>Scope</i>	48
4.1.2 <i>Life Cycle Inventory</i> (LCI).....	50
4.1.3 <i>Life Cycle Impact Assessment</i> (LCIA).....	61
4.2 Penyebab Dampak Lingkungan Pertambangan Bahan Baku Semen	67
4.2.1 Interpretasi.....	67
4.3 Rekomendasi Perbaikan.....	69
4.3.1 Pengendalian Emisi Udara yang Memenuhi <i>Standart</i>	69
4.3.2 Penerapan <i>Green Building</i> di Sekitar Area <i>Quarry</i>	70
4.4 Analisis evaluasi <i>Life Cycle Assessment</i>	70
4.5 <i>Assessment</i> Keanekaragaman Hayati (<i>Biodiversity</i>).....	76

4.6 Hasil Pengolahan Data Kuisisioner	77
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	80
5.1 Kesimpulan	80
5.2 Saran	81
DAFTAR PUSTAKA	82
LAMPIRAN A	A-1
LAMPIRAN B	B-1
LAMPIRAN C	C-1
LAMPIRAN D	D-1

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Unsur Kimia pada Tanah Liat	12
Tabel 2.2 Software <i>Life Cycle Assessment</i>	32
Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu.....	34
Tabel 3.1 Panduan Manual SimaPro	39
Tabel 3.2 Jadwal Penelitian	39
Tabel 4.1 <i>Inventory</i> Proses <i>Land Used</i>	52
Tabel 4.2 <i>Inventory</i> Proses <i>Crushing</i>	55
Tabel 4.3 <i>Inventory</i> Proses <i>Transport to Storage</i>	58
Tabel 4.4 Kategori dan Metode Dampak <i>Assessment</i>	61
Tabel 4.5 <i>Completness Check</i> Proses Penambangan.....	71
Tabel 4.6 <i>Inventory</i> Penambahan dan Pengurangan Material, Energi serta emisi pada proses <i>Extraction</i>	71
Tabel 4.7 Hasil Penilaian Dampak dengan Penambahan dan Pengurangan Material, Energi dan Emisi pada proses <i>Extraction</i>	72
Tabel 4.8 Data Deviasi Setiap Kategori Dampak.....	74
Tabel 4.9 Uji Normalitas	77
Tabel 4.10 Uji Korelasi	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Mass Balance</i> Proses <i>Quarry</i>	8
Gambar 2.2 Diagram Material <i>Balance</i> Unit <i>Mining Limestone</i>	9
Gambar 2.3 Ilustrasi Kegiatan Penambangan Batu Gamping	10
Gambar 2.4 Diagram Material <i>Balance</i> Unit <i>Mining Clay</i>	11
Gambar 2.5 Ilustrasi Kegiatan Penambangan <i>Clay</i>	12
Gambar 2.6 Penentuan Lokasi Pemboran	13
Gambar 2.7 Pemboran Persiapan Lubang Ledak	14
Gambar 2.8 Proses Peledakan	14
Gambar 2.9 Proses Pemuatan Batu Gamping	14
Gambar 2.10 Pengangkutan (<i>Heuling</i>)	15
Gambar 2.11 Tahapan Kegiatan Penambangan Batu Gamping	15
Gambar 2.12 Skema Proses Penambangan Batu Kapur	17
Gambar 2.13 Skema Konversi <i>Biodiversity</i>	18
Gambar 2.14 Batas dari Proses Produksi Semen Rata-rata Industri	22
Gambar 2.15 Bagan Alir dalam Tahapan LCA	23
Gambar 2.16 Ruang Lingkup LCA	24
Gambar 2.17 Kategori Dampak Diagram Alir Metodologi Eco-Indicator 99.....	30
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian.....	43
Gambar 3.2 Batasan (<i>Scope</i>) yang Dianalisis	46
Gambar 4.1 Tahap Penentuan <i>Goal</i> pada <i>Software SimaPro 9.1.1.1</i>	49
Gambar 4.2 Diagram Alir <i>Input</i> dan <i>Output</i> Proses <i>Land Used</i>	51
Gambar 4.3 Diagram Alir <i>Input</i> dan <i>Output</i> Proses <i>Crushing</i>	54
Gambar 4.4 Diagram Alir <i>Input</i> dan <i>Output</i> Proses <i>Transport to Storage</i>	57
Gambar 4.5 <i>Network Result “Cradle to Gate”</i> dengan <i>SimaPro 9.1.1</i>	62
Gambar 4.6 <i>Output</i> Karakterisasi Dampak “ <i>Cradle to Gate</i> ” <i>SimaPro 9.1.1</i>	63
Gambar 4.7 <i>Output</i> Normalisasi “ <i>Cradle to Gate</i> ” dengan <i>SimaPro 9.1.1</i>	65
Gambar 4.8 <i>Output Weighting “Cradle to Gate”</i> dengan <i>SimaPro 9.1.1</i>	66
Gambar 4.9 <i>Output Single Score “Cradle to Gate”</i> dengan <i>SimaPro 9.1.1</i>	66
Gambar 4.10 <i>Network Fine Particulate Matter Fomation</i>	67

Gambar 4.11 *Network Global Warming*.....68

ABSTRAK

Kebutuhan semen di Indonesia dalam kurun waktu 10 tahun terakhir mengalami peningkatan hingga 63%. Salah satu bahan baku pembuatan semen didapatkan dari kegiatan pertambangan yaitu batu kapur (Limestone) dan tanah liat (Clay). Proses pertambangan membutuhkan energi berupa bahan bakar dan listrik yang relatif tinggi serta menghasilkan limbah cair, padat maupun gas. Proses ini dapat memberikan dampak terhadap keanekaragaman hayati (biodiversity). Salah satu metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Life Cycle Assessment (LCA)*. LCA adalah sebuah metode untuk menganalisis dampak lingkungan dari suatu produk sepanjang siklus hidup. Tahapan LCA yaitu *goal and scope*, *life cycle inventory (LCI)*, *life cycle impact assessment (LCIA)*, dan *interpretation data*. Kemudian dilakukan pemilihan alternatif dalam mengurangi dampak lingkungan. *Life cycle assessment (LCA)* digunakan untuk melakukan penilaian dampak lingkungan dengan metode *Recipe 2016* dan menggunakan pendekatan *cradle to gate*. Data setiap proses pengolahan dianalisis dengan *software* SimaPro 9.1.1.1. Kontribusi dampak terbesar dari analisis LCA pada proses pertambangan “*mining*” adalah *Fine particulate matter formation* sebesar 1,5 DALY, *global warming (Human Health)* sebesar 0,734 DALY. Dampak terbesar tersebut berpengaruh terhadap penurunan kualitas keanekaragaman hayati (*biodiversity*). Untuk alternatif program perbaikan yang disarankan yaitu adanya Pengendalian udara dengan alat penyaring udara atau melakukan pengendalian polutan dengan melakukan penghijauan dan pengembangan ruang terbuka hijau disekitar kawasan industri semen Kabupaten Tuban.

Kata kunci: *Life Cycle Assessment (LCA)*, Batu Kapur, Tanah Liat, Pertambangan, Keanekaragaman Hayati

ABSTRACT

The demand for cement in Indonesia in the last 10 years has increased by 63%. One of the raw materials for making cement is obtained from mining activities, namely limestone and clay. The mining process requires relatively high energy in the form of fuel and electricity and produces liquid, solid and gas waste. This process can have an impact on biodiversity. One of the methods used in this research is Life Cycle Assessment (LCA). LCA is a method for analyzing the environmental impact of a product throughout its life cycle. The stages of LCA are goal and scope, life cycle inventory (LCI), life cycle impact assessment (LCIA), and data interpretation. Then the selection of alternatives in reducing the environmental impact is carried out. Life cycle assessment (LCA) is used to conduct an environmental impact assessment using the Recipe 2016 method and using a cradle to gate approach. The data for each processing process is analyzed using SimaPro 9.1.1.1 software. The biggest impact contribution from LCA analysis on the mining process is Fine particulate matter formation of 1.5 DALY, global warming (Human Health) of 0.734 DALY. The biggest impact affects the decline in the quality of biodiversity (biodiversity). For alternative improvement programs, it is recommended that there be air control with an air filter or pollutant control by doing reforestation and developing green open spaces around the cement industrial area of Tuban Regency.

Keywords: Life Cycle Assessment (LCA), Limestone, Clay, Mining, Biodiversity