

LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA)
PADA KEBUN DAN PABRIK KELAPA SAWIT
PT. X INDONESIA
DENGAN *IMPACT CATEGORIES GLOBAL WARMING*
POTENTIAL, ACIDIFICATION DAN EUTROPHICATION

TUGAS AKHIR



ALIFIA RAHMAH

1162005012

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE

JAKARTA

2020

LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA)
PADA KEBUN DAN PABRIK KELAPA SAWIT
PT. X INDONESIA
DENGAN *IMPACT CATEGORIES GLOBAL WARMING*
POTENTIAL, ACIDIFICATION DAN EUTROPHICATION

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Lingkungan




ALIFIA RAHMAH

1162005012

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA
2020

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Alifia Rahmah
NIM : 1162005012
Tanda Tangan : 
Tanggal : 26 Februari 2020

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Alifia Rahmah

NIM : 1162005012


Program Studi : Teknik Lingkungan

Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer


Judul Skripsi : *Life Cycle Assessment (LCA) pada Kebun dan Pabrik Kelapa Sawit PT. X Indonesia dengan Impact Categories Global Warming Potential, Acidification dan Eutrophication*

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan untuk melakukan penelitian pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Deffi Ayu Puspito Sari, S.TP., M.Agr., Ph.D. ()

Pembimbing II: Dr. Nugroho Adi Sasongko, S.T., M.Sc., Ph.D. ()

Penguji I : Sirin Fairus, S.TP., M.T. ()

Penguji II : Aqil Azizi, S.Pi., M.Appl.Sc., Ph.D. ()

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 26 Februari 2020

UNGKAPAN TERIMA KASIH

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat melakukan penyusunan proposal Tugas Akhir ini sebagai salah satu prasyarat dalam menyelesaikan Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Bakrie. Pada proposal Tugas Akhir ini, penulis akan membahas mengenai *Life Cycle Assessment (LCA)* pada Kebun dan Pabrik Kelapa Sawit PT. X Indonesia dengan *Impact Categories Global Warming Potential, Acidification dan Eutrophication*.

Pada proses penyusunan proposal Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua, kakak, keluarga besar dan rekan – rekan yang selalu mendukung dan mendoakan penulis.
2. Pihak DRPM (225/SP2H/LT/DRPM/2019), pihak LLDIKTI III (11/AKM/PNT/2019) dan Universitas Bakrie (098/SPK/LPP-UB/III/2019) yang telah membiayai penelitian ini.
3. Ibu Deffi Ayu Puspito Sari, S.TP., M.Agr., Ph.D. selaku Pembimbing I yang selalu memberi masukan kepada penulis.
4. Bapak Dr. Nugroho Adi Sasongko, S.T., M.Sc., Ph.D selaku Pembimbing II yang selalu memberi masukan kepada penulis.
5. Bapak Aqil Azizi, S.Pi., M.Appl.Sc., Ph.D. selaku Kepala Program Studi S1 Teknik Lingkungan Universitas Bakrie.
6. Ibu Sandra Madonna, S.Si., M.T. selaku Pembimbing Akademik yang memberikan motivasi kepada penulis.
7. Ibu Sirin Fairus, S.TP., M.T., Ibu Prisma Nursetyowati, S.T., M.T., dan Bapak Diki Surya Irawan, S.T. M.Si selaku Dosen Akademik yang memberikan motivasi kepada penulis.
8. Mas Erdy Poernomo selaku Staf Teknik Lingkungan Universitas Bakrie yang membantu penulis dalam pengurusan surat dalam pelaksanaan Tugas Akhir.

9. Teman – teman Teknik Lingkungan 2016 yaitu Agung, Anggie, Anggita, Cahyo, Dwi, Ilham, Lily, Lingga, Medinah, Nadila, Nandya, Nathalie, Novi, Rani, Shylvi, Syauqy, Werin, Wildan dan Yogi yang memberikan motivasi kepada penulis.
10. Teman-teman penulis baik dari Universitas Bakrie maupun Universitas lain yang telah memberikan motivasi kepada penulis.
11. Kak Risti dan Kak Prima yang selalu mendukung dan memberikan saran kepada penulis.
12. Senior dan junior Keluarga Mahasiswa Teknik Lingkungan Universitas Bakrie (KMTL-UB) atas segala dukungannya.
13. Semua pihak yang turut membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini yang tidak bisa disebutkan satu per-satu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan baik dalam penyusunan maupun penulisan proposal Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun. Penulis juga berharap proposal ini dapat bermanfaat bagi diri sendiri dan para pembaca.

Jakarta, Februari 2020



Alifia Rahmah

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Universitas Bakrie, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Alifia Rahmah
NIM : 1162005012
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer
Jenis Tugas Akhir : Analisis Data

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bakrie **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

***LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA) PADA KEBUN DAN PABRIK
KELAPA SAWIT PT. X INDONESIA
DENGAN IMPACT CATEGORIES GLOBAL WARMING POTENTIAL,
ACIDIFICATION DAN EUTROPHICATION***

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta
Pada tanggal : 26 Februari 2020

Yang Menyatakan



Alifia Rahmah

***LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA) PADA KEBUN DAN PABRIK
KELAPA SAWIT PT. X INDONESIA
DENGAN IMPACT CATEGORIES GLOBAL WARMING POTENTIAL,
ACIDIFICATION DAN EUTROPHICATION***

Alifia Rahmah

ABSTRAK

Kebutuhan minyak kelapa sawit meningkat setiap tahunnya. Peningkatan produksi minyak kelapa sawit ini dapat berdampak terhadap lingkungan apabila tidak dilakukan upaya dalam penurunan emisi yang dihasilkan, maka diperlukan evaluasi dampak terhadap lingkungan. *Life Cycle Assessment (LCA)* menjadi pendekatan yang akan digunakan untuk menilai dampak emisi yang dilepaskan. LCA dapat membantu perusahaan dalam meningkatkan kualitas lingkungan, penentuan strategis dan juga penentuan prioritas. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengumpulkan *inventory* data energi dan material yang digunakan selama tahun 2019, menganalisis hasil LCA pada kebun dan pabrik kelapa sawit PT. X Indonesia dengan *impact categories* dari *Global Warming Potential (GWP)*, *Acidification* dan *Eutrophication*, menemukan letak tahapan yang memiliki dampak paling besar terhadap *GWP*, *Acidification* dan *Eutrophication* serta memberikan rekomendasi untuk meningkatkan kualitas lingkungan. Pengolahan data dilakukan pada batasan sistem *Cradle to Gate* dengan menggunakan aplikasi Microsoft Excel dan *Software SimaPro 9.0.0.49*. dengan metode *CML-Baseline*. Hasil dari data yang terkumpul untuk kebun dan pabrik pada *impact categories* *GWP* sebesar 2,433 Ton CO₂ equivalent/Ton CPO, *Acidification* sebesar 16,41 x 10⁻³ Ton SO₂ equivalent/Ton CPO dan *Eutrophication* sebesar 2,65 x 10⁻³ Ton PO₄ equivalent/Ton CPO.

Kata Kunci : *Acidification, Eutrophication, Global Warming Potential (GWP), Industri Kelapa Sawit, Life Cycle Assessment (LCA)*

***LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA) IN PALM OIL PLANTATION AND
MILL PT. X INDONESIA
WITH IMPACT CATEGORIES GLOBAL WARMING POTENTIAL,
ACIDIFICATION AND EUTROPHICATION***

Alifia Rahmah

ABSTRACT

Worldwide demand for palm oil is increasing every year. The amount of production of palm oil that has been increased rapidly could have an impact on the environment if there is no action to reduce the emissions produced. Thus, an evaluation in regards to the impact on the environment needs to be conducted. Life Cycle Assessment (LCA) is the approach that will be used to assess the impact of emissions released, then it will be seen where is the biggest emissions (hotspots). LCA can help companies improve their environmental quality, determine strategic and also priorities. The purposes of this research are to collect the inventory of energy and material data used along 2019, to analyze the results of the LCA in PT. X Indonesia palm oil plantations and mills with impact categories from Global Warming Potential (GWP), Acidification and Eutrophication, to find out which are the stages that have the greatest impact on GWP, Acidification and Eutrophication and also provide recommendations to improve environmental quality. System boundary on this research is Cradle to Gate, used Microsoft Excel and SimaPro 9.0.0.49 Software with CML-Baseline method. The results from data collected in plantations and mills for GWP is 2,433 Ton CO₂ equivalent/Ton of CPO, for Acidification is 16,41 x 10⁻³ Ton SO₂ equivalent/Ton of CPO and for Eutrophication is 2,65 x 10⁻³ Ton of PO₄ equivalent/Ton CPO.

Keywords : Acidification, Eutrophication, Global Warming Potential (GWP), Life Cycle Assessment (LCA), Palm Oil Industry

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
UNGKAPAN TERIMA KASIH	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Profil Perusahaan Lingkup Studi	5
2.1.1. Jenis Tanah dan Luas Lahan	6
2.1.2. Iklim dan Curah Hujan	6
2.2. Industri Kelapa Sawit Indonesia	7
2.3. Luas Lahan Kelapa Sawit Indonesia	7
2.4. Proses Pengolahan Kelapa Sawit	9
2.5. Gas Rumah Kaca (GRK)	26
2.6. <i>Acidification</i>	29
2.7. <i>Eutrophication</i>	30
2.8. Standar Lingkungan ISO 14001:2015	30
2.9. <i>Life Cycle Assessment (LCA)</i>	31
2.10. <i>Life Cycle Assessment (LCA)</i> Berdasarkan ISO 14040:2016	32
2.10.1. Fokus Lingkungan	34

2.10.2. Transparansi.....	34
2.10.3. Fitur Penting LCA.....	34
2.11. Penelitian Terdahulu	34
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	37
3.1. Metode Penelitian	37
3.2. Objek Penelitian.....	42
3.3. Diagram Alir	43
3.4. Tahapan Proses Penelitian	44
3.4.1. Tahap Definisi Tujuan dan Lingkup	44
3.4.2. Tahap <i>Life Cycle Inventory</i>	44
3.4.3. Tahap <i>Life Cycle Inventory Assessment</i>	45
3.4.4. Tahap Interpretasi Data	45
BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	47
4.1. Tujuan dan Ruang Lingkup Penelitian.....	47
4.2. <i>Life Cycle Inventory</i>	47
4.2.1. Data Inventori Kebun	47
4.2.2. Data Inventori Pabrik	49
4.3. <i>Life Cycle Inventory Assessment</i>	50
4.3.1. Pengolahan Data Excel.....	50
4.3.2. Pengolahan Data SimaPro	68
4.4. Interpretasi.....	100
BAB V PENUTUP	105
5.1. Kesimpulan	105
5.2. Rekomendasi	106
5.3. Saran	106
DAFTAR PUSTAKA	108

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kelas Lereng	5
Tabel 2.2. Kelas Lereng PT. X Indonesia	5
Tabel 2.3. Rekapitulasi Data Hujan, Elevasi dan pH Tanah PT. X Indonesia	7
Tabel 2.4. Luas Areal Kelapa Sawit di Indonesia	8
Tabel 2.5. Jenis-jenis Gas Rumah Kaca dan Nilai Potensi Pemanasan Global	27
Tabel 2.6. Penelitian Terdahulu	35
Tabel 3.1. <i>Impact Categories</i> Metode CML-Baseline	37
Tabel 3.2. <i>Outline</i> Kategori Perubahan Iklim	39
Tabel 3.3. <i>Outline</i> Kategori Pengasaman	39
Tabel 3.4. <i>Outline</i> Kategori Eutrofikasi	40
Tabel 4.1. Inventori Data Perkebunan Tahun 2019	48
Tabel 4.2. Inventori Data Pabrik Tahun 2019	49
Tabel 4.3. Pengolahan Data Perkebunan Kelapa Sawit PT. X Indonesia	51
Tabel 4.4. Perhitungan <i>Impact Factor</i> Perkebunan Kelapa Sawit PT. X Indonesia ...	52
Tabel 4.5. Jumlah Emisi Dihasilkan Perkebunan	59
Tabel 4.6. Pengolahan Data Pabrik Kelapa Sawit PT. X Indonesia	61
Tabel 4.7. Perhitungan <i>Impact Factor</i> Pabrik Kelapa Sawit PT. X Indonesia	62
Tabel 4.8. Jumlah Emisi Dihasilkan Pabrik	65
Tabel 4.9. Emisi Terbesar Perkebunan	102
Tabel 4.10. Emisi Terbesar Pabrik	102

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Jenis Tanah Latosol	6
Gambar 2.2. Jenis Tanah Ultisol	6
Gambar 2.3. Alur Proses Kebun Kelapa Sawit	9
Gambar 2.4. Kegiatan Pemupukan	10
Gambar 2.5. Pemanenan TBS	11
Gambar 2.6. Pengangkutan TBS	11
Gambar 2.7. Alur Proses Pabrik Kelapa Sawit PT. X Indonesia	12
Gambar 2.8. Penimbangan TBS Kelapa Sawit	13
Gambar 2.9. Pensortiran TBS Kelapa Sawit	14
Gambar 2.10. <i>Loading Ramp</i>	14
Gambar 2.11. <i>Sterilizer TBS</i>	15
Gambar 2.12. Penebah	16
Gambar 2.13. <i>Thresher Process</i>	16
Gambar 2.14. <i>Digester</i>	17
Gambar 2.15. <i>Screw Process</i>	18
Gambar 2.16. <i>Sand Trap Tank</i>	19
Gambar 2.17. <i>Vibrating Screen</i>	19
Gambar 2.18. <i>Crude Oil Tank</i>	20
Gambar 2.19. <i>Decanter</i>	21
Gambar 2.20. <i>Continous Settling Tank</i>	22
Gambar 2.21. <i>Oil Tank</i>	23
Gambar 2.22. <i>Purifier</i>	24
Gambar 2.23. <i>Vaccum Drier</i>	25
Gambar 2.24. <i>Storage Tank</i>	25
Gambar 2.25. Mekanisme Efek GRK	26
Gambar 2.26. Perkembangan Siklus Hidup di Dunia	32
Gambar 3.1. Alur Metode CML- <i>Baseline</i>	38
Gambar 3.2. Skema Batasan Sistem Penelitian	41
Gambar 3.3. Diagram Alir Penelitian	46

Gambar 4.1. Langkah Pemilihan <i>Database</i>	54
Gambar 4.2. Langkah Pembukaan Proyek.....	54
Gambar 4.3. Langkah Pemilihan Material	55
Gambar 4.4. Langkah Pemilihan Dolomite.....	55
Gambar 4.5. Langkah Pemilihan Metode Analisis	56
Gambar 4.6. Langkah Pemilihan Metode Analisis (2)	56
Gambar 4.7. Langkah Pemilihan Metode Analisis (3)	57
Gambar 4.8. Langkah Pemilihan Karakterisasi.....	57
Gambar 4.9. Faktor Karakterisasi GWP untuk Dolomite	58
Gambar 4.10. Pemilihan <i>Database</i>	66
Gambar 4.11. Pemilihan Proses	66
Gambar 4.12. Pemilihan “ <i>Plant Oils</i> ”	67
Gambar 4.13. Pembuatan Proses	67
Gambar 4.14. Penulisan Nama Proses	68
Gambar 4.15. Jumlah <i>Output</i> CPO.....	69
Gambar 4.16. Penambahan <i>Input</i>	69
Gambar 4.17. <i>Input</i> NPK 15-7-24.....	70
Gambar 4.18. <i>Input</i> Jumlah NPK 15-7-24+1	70
Gambar 4.19. <i>Input</i> NPK 14-7-25	71
Gambar 4.20. <i>Input</i> Jumlah NPK 14-7-25+1	71
Gambar 4.21. <i>Input</i> Dolomite	72
Gambar 4.22. <i>Input</i> Jumlah Dolomite	72
Gambar 4.23. Pemilihan Pestisida	73
Gambar 4.24. <i>Input</i> Jumlah Marshal 5G.....	73
Gambar 4.25. Penambahan Marshal 200EC	74
Gambar 4.26. <i>Input</i> Jumlah Marshal 200EC.....	74
Gambar 4.27. Pemilihan Pestisida	75
Gambar 4.28. <i>Input</i> Jumlah Ratgone	75
Gambar 4.29. Penambahan Marfu-P	76
Gambar 4.30. <i>Input</i> Jumlah Marfu-P.....	76
Gambar 4.31. Pemilihan Pestisida	77

Gambar 4.32. <i>Input</i> Jumlah Starane 480EC.....	77
Gambar 4.33. Penambahan Pestisida.....	78
Gambar 4.34. <i>Input</i> Jumlah Momento.....	78
Gambar 4.35. Penambahan Pestisida.....	79
Gambar 4.36. <i>Input</i> Jumlah Best Up.....	79
Gambar 4.37. Pemilihan Transportasi.....	80
Gambar 4.38. <i>Input</i> Jumlah Bahan Bakar.....	81
Gambar 4.39. Proses Analisa Kebun.....	81
Gambar 4.40. Pemilihan Metode.....	82
Gambar 4.41. Pemilihan CML <i>Baseline</i> (1).....	82
Gambar 4.42. Pemilihan Satuan Unit.....	83
Gambar 4.43. <i>Impact Factor</i> GWP Perkebunan.....	83
Gambar 4.44. Hasil Akhir <i>Impact Factor</i> GWP Perkebunan.....	84
Gambar 4.45. <i>Impact Factor Acidification</i> Perkebunan.....	84
Gambar 4.46. Hasil Akhir <i>Impact Factor Acidification</i> Perkebunan.....	84
Gambar 4.47. <i>Impact Factor Eutrophication</i> Perkebunan.....	85
Gambar 4.48. Hasil Akhir <i>Impact Factor Eutrophication</i> Perkebunan.....	85
Gambar 4.49. Penamaan Proses.....	86
Gambar 4.50. <i>Input</i> Jumlah dan Unit.....	86
Gambar 4.51. Pemilihan Diesel.....	87
Gambar 4.52. <i>Input</i> Jumlah Solar Cummins 250 KVA.....	87
Gambar 4.53. <i>Input</i> Jumlah Solar Cummins 750 KVA.....	88
Gambar 4.54. Penambahan untuk Kendaraan Kecil.....	88
Gambar 4.55. Pemilihan <i>Passenger Car</i>	89
Gambar 4.56. <i>Input</i> Jumlah Solar Kendaraan Kecil.....	89
Gambar 4.57. Pemilihan Kendaraan Truk.....	90
Gambar 4.58. <i>Input</i> Jumlah Solar Kendaraan Truk.....	91
Gambar 4.59. Pemilihan Kendaraan Alat Berat.....	91
Gambar 4.60. <i>Input</i> Jumlah Solar Kendaraan Alat Berat.....	92
Gambar 4.61. Penambahan Energi Listrik.....	92
Gambar 4.62. Pemilihan Energi Listrik.....	93

Gambar 4.63. <i>Input</i> Jumlah Turbine	93
Gambar 4.64. <i>Input</i> Jumlah Cummins 1	94
Gambar 4.65. <i>Input</i> Jumlah Cummins 2	94
Gambar 4.66. <i>Input</i> Jumlah Energi Uap	95
Gambar 4.67. Proses Analisa Pabrik	95
Gambar 4.68. Pemilihan Metode.....	96
Gambar 4.69. Pemilihan CML <i>Baseline</i>	96
Gambar 4.70. Pemilihan Satuan Unit	97
Gambar 4.71. Proses Perhitungan	97
Gambar 4.72. <i>Impact Factor</i> GWP Pabrik	98
Gambar 4.73. Hasil Akhir <i>Impact Factor</i> GWP Pabrik	98
Gambar 4.74. <i>Impact Factor Acidification</i> Pabrik	99
Gambar 4.75. Hasil Akhir <i>Impact Factor Acidification</i> Pabrik	99
Gambar 4.76. <i>Impact Factor Eutrophication</i> Pabrik.....	100
Gambar 4.77. Hasil Akhir <i>Impact Factor Eutrophication</i> Pabrik.....	100