

SKRIPSI

**ANALISIS *LIFE CYCLE ASSESSMENT* (LCA) PADA PRODUKSI BATU BARA
PT X DI KALIMANTAN SELATAN DENGAN PENDEKATAN
*CRADLE-TO-GATE***

Diajukan untuk memenuhi persyaratan mencapai derajat Sarjana S1
pada Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik
Universitas Lambung Mangkurat

Dibuat:

Muhammad Yusreza Rabbani

NIM. 2110815210018

Pembimbing

Muhammad Abrar Firdausy, S.T., M.T.
NIP. 199910119 201903 1 016



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK LINGKUNGAN

ANALISIS LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA) PADA PRODUKSI BATU BARA
PT X DI KALIMANTAN SELATAN DENGAN PENDEKATAN
CRADLE-TO-GATE

OLEH:

Muhammad Yusreza Rabbani (2110815210018)

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji pada hari ~~Jumat~~ tanggal 1 Juli 2025 dan dinyatakan

LULUS

Komite Penguji:

Ketua : Riza Miftahul Khair, S.T., M.Eng.
NIP. 198405 10202421 1 001

Anggota : Dr. Rizqi Puteri Mahyudin, S.Si., M.S.
NIP. 198708 28201212 2 001

Pembimbing : Muhammad Abrar Firdausy, S.T., M.T.
NIP. 199101 19201903 1 016

Banjarbaru 1 Juli 2025
diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,

Koordinator Program Studi
S-1 Teknik Lingkungan,



Ad
Dr. Ir. Mahmud, S.T., M.T.
NIP. 197401 07199802 1 001

Rizqi
Dr. Rizqi Puteri Mahyudin, S.Si, M.S.
NIP 198708 28201212 2 001

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis life cycle inventory dari proses produksi batu bara di PT X dari land clearing hingga coal barging serta menganalisis potensi dampak lingkungan yang paling signifikan dari proses produksi batu bara di PT X berdasarkan hasil normalisasi menggunakan metode *Life Cycle Assessment* (LCA) dengan unit fungsional per 1 ton batu bara. Penelitian ini menggunakan metode *life cycle assessment* dengan batasan *cradle to gate* dan menggunakan perangkat lunak SimaPro 9.0.0.18. dan ReCiPe2016 (H) sebagai metode karakterisasi. Hasil penelitian didapatkan bahwa *marine ecotoxicity* menjadi dampak yang paling signifikan dengan total nilai sebesar 1,68 (saat characterization sebesar 1,73 kg 1,4-DCB). Dampak lingkungan yang paling signifikan kedua ialah *freshwater ecotoxicity* dengan total nilai sebesar 1,15 (saat characterization sebesar 1,41 kg 1,4-DCB). Dampak lingkungan yang paling signifikan ketiga ialah *human non-carcinogenic toxicity* dengan total nilai sebesar 0,648 (saat characterization sebesar 96,6 kg 1,4-DCB). Unit proses penggalian dan pemindahan OB menjadi potensi dampak terbesar (*hotspot*) disebabkan oleh tingginya intensitas penggunaan alat berat dan bahan bakar yang tinggi juga serta pemindahan material yang banyak.

Kata Kunci : *Life cycle assessment*, batu bara, *cradle-to-gate*, SimaPro, ReCiPe2016

ABSTRACT

The purpose of this study is to analyze the life cycle inventory of the coal production process at PT X starting from land clearing to coal barging and to analyze the most significant potential environmental impacts of the coal production process at PT X based on the normalization results using the Life Cycle Assessment (LCA) method with functional units per 1 ton of coal. This study employs the Life Cycle Assessment (LCA) method with a cradle-to-gate system boundary, utilizing the SimaPro 9.0.0.18 software and the ReCiPe2016 (H) characterization method. The results of the study showed that marine ecotoxicity was the most significant impact with a total value of 1.68 (when characterization was 1.73 kg 1.4-DCB). The second most significant environmental impact was freshwater ecotoxicity with a total value of 1.15 (when characterization was 1.41 kg 1.4-DCB). The third most significant environmental impact was human non-carcinogenic toxicity with a total value of 0.648 (when characterization was 96.6 kg 1.4-DCB). The excavation and overburden removal processes were identified as the major contributors to environmental impacts (hotspots), primarily due to the high intensity of heavy equipment and fuel usage, along with the large volume of material moved.

Keywords : *Life Cycle Assessment, coal, cradle-to-gate, SimaPro, ReCiPe2016*

PRAKATA

Puji dan syukur Penulis panjatkan kehadirat Allah SWT., yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga Penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul "Analisis Life Cycle Assessment (LCA) Pada Produksi Batu Bara PT X Di Kalimantan Selatan Dengan Pendekatan *Cradle-To-Gate*". Adapun tujuan penulisan penelitian ini adalah sebagai salah satu persyaratan dalam menyusun Tugas Akhir pada Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat. Dalam menyusun Tugas Akhir ini, Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya, memberikan segala kemudahan, kelancaran, keselamatan, dan kesehatan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Orang tua dan keluarga penulis yang selalu memberikan motivasi dan dukungan baik berupa moril dan materi.
3. Ibu Dr. Rizqi Puteri Mahyudin, S.Si., M.S. selaku Koordinator Program Studi, Dr. Mahmus, S.T., M.T. selaku dosen penasehat akademik, dan seluruh dosen, serta staf Program Studi S-1 Teknik Lingkungan yang telah membimbing dan memfasilitasi penulis dalam melaksanakan kegiatan perkuliahan.
4. Bapak Muhammad Abrar Firdausy, S.T., M.T. yang selalu membimbing, membagikan wawasan, serta memberikan motivasi terhadap penulis pada saat penyelesaian tugas akhir.
5. Bapak Riza Miftahul Khair, S.T., M.Eng. dan Ibu Dr. Rizqi Puteri Mahyudin, S.Si., M.S. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukkan dalam penyusunan tugas akhir.

6. Bapak dan Ibu mentor di PT X yang telah memberikan kesempatan, pengalaman, bimbingan dan dukungan selama mengerjakan Tugas Akhir
7. Angkatan 2021 (Agrupana), yang mendukung penulis hingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir.
8. Keluarga besar PT. Surya Karya Kita (SKK) yang telah kebersamai penulis dari awal perkuliahan.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dan memberikan semangat serta dukungan kepada penulis.

Akhir kata penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Tugas Akhir (Skripsi) ini tentunya masih jauh dari kata sempurna, penulis menyadari bahwa dalam penyusunan penelitian ini masih memiliki kekurangan. Penulis dengan kerendahan hati mengharapkan kritik, saran, bimbingan, serta nasehat yang membangun demi kesempurnaan tulisan ini.

Banjarbaru, Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iii
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Pertambangan Batu Bara.....	6
2.2 Batu Bara.....	9
2.3 Life Cycle Assessment (LCA).....	12
2.3 Kategori Dampak ReCiPe2016.....	17
2.3.1 Potensi Pemanasan Global.....	19
2.3.2 Asidifikasi.....	19
2.3.3 Eutrofikasi.....	20
2.4 Studi Pustaka.....	21
III. METODE PENELITIAN	25
3.1 Rancangan Penelitian.....	25
3.2 Kerangka penelitian.....	26
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	27
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	27
3.3 Prosedur Penelitian dan Teknik Pengumpulan Data.....	27
3.3.1 Prosedur Penelitian.....	27
3.3.2 Teknik Pengumpulan Data.....	32
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Identifikasi Alur Proses Produksi Batu Bara PT X.....	34
4.2 Identifikasi Nilai Emisi Gas Rumah Kaca dan SO ₂ di PT X.....	37
4.2.1 Perhitungan Emisi dari Penggunaan Bahan Bakar di Setiap Unit Proses Proses Produksi Batu Bara PT X.....	38
4.2.1.1 Emisi GRK yang Dihasilkan dari Penggunaan Solar.....	40
4.2.1.2 Emisi GRK yang Dihasilkan dari Penggunaan Biodiesel.....	43
4.2.1.2 Emisi SO ₂ yang Dihasilkan dari Penggunaan Bahan Bakar.....	44
4.2.1.3 Emisi GRK yang Dihasilkan dari Penggunaan Listrik.....	45
4.2.2 Total Emisi GRK dan SO ₂ yang Dihasilkan dari Penggunaan Bahan Bakar Solar, Biodiesel Dan Listrik Di Setiap Unit Proses Produksi.....	47
4.3 Analisis Life Cycle Assessment.....	50
4.3.1 Penentuan Goal and Scope.....	51
4.3.2 Life Cycle Inventory.....	53

4.3.3	Life Cycle Impact Assessment	54
4.3.3.1	Global Warming	59
4.3.3.2	Stratospheric Ozone Depletion	62
4.3.3.3	Ionizing Radiation.....	65
4.3.3.4	Ozone Formation, Human Health.....	68
4.3.3.5	Fine Particulate Matter Formation	71
4.3.3.6	Ozone Formation, Terrestrial Ecosystems	73
4.3.3.7	Terrestrial Acidification	75
4.3.3.8	Freshwater Eutrophication	77
4.3.3.9	Marine Eutrophication	79
4.3.3.10	Terrestrial Ecotoxicity	81
4.3.3.11	Freshwater Ecotoxicity	83
4.3.3.12	Marine Ecotoxicity	85
4.3.3.13	Human Carcinogenic Toxicity.....	87
4.3.3.14	Human Non-Carcinogenic Toxicity	89
4.3.3.15	Land Use.....	91
4.3.3.16	Mineral Resource Scarcity	93
4.3.3.17	Fossil Resource Scarcity.....	95
4.3.3.18	Water Consumption	97
4.3.4	Interpretation.....	101
V.	Kesimpulan dan Saran	104
5.1	Kesimpulan	104
5.2	Saran	105
	DAFTAR RUJUKAN	106
	LAMPIRAN	108

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Batubara Berdasarkan ASTM.....	11
Tabel 2.2 Dampak ReCiPe 2016.....	18
Tabel 2.3 Pemilihan Metode LCIA.....	20
Tabel 2.4 Studi Pustaka Penelitian Sebelumnya	21
Tabel 3.1 Gambaran Inventori Data	32
Tabel 4.1 Input Penggunaan Bahan Bakar pada Juli 2023 – Juni 2024.....	38
Tabel 4.2 Konversi Nilai Kalor	39
Tabel 4.3 Faktor Emisi Default IPCC	39
Tabel 4.4 Perhitungan Solar PT X Dalam Satuan Energi.....	40
Tabel 4.5 Perhitungan Biodiesel PT X Dalam Satuan Energi.....	40
Tabel 4.6 Emisi Sumber Bergerak Dari Penggunaan Bahan Bakar Solar PT X.....	42
Tabel 4.7 Emisi Sumber Tidak Bergerak Dari Penggunaan Bahan Bakar Solar PT X	42
Tabel 4.8 Emisi Sumber Bergerak Dari Penggunaan Bahan Bakar Solar PT X Per 1 Ton Batu Bara	42
Tabel 4.9 Emisi Sumber Tidak Bergerak Dan Penggunaan Bahan Bakar Solar PT X Per 1 Ton Batu Bara.....	43
Tabel 4.10 Emisi Sumber Bergerak Dari Penggunaan Bahan Bakar Biodiesel PT X.....	43
Tabel 4.11 Emisi Sumber Tidak Bergerak Dan Penggunaan Bahan Bakar Biodiesel PT X	43
Tabel 4.12 Emisi Sumber Bergerak Dan Penggunaan Bahan Bakar Biodiesel PT X Per 1 Ton Batu Bara	44
Tabel 4.13 Emisi Sumber Tidak Bergerak Dan Penggunaan Bahan Bakar Biodiesel PT X Per 1 Ton Batu Bara	44
Tabel 4.14 Emisi SO ₂ Tiap Unit Proses Produksi Batu Bara PT X	45
Tabel 4.15 Emisi SO ₂ Tiap Unit Proses Produksi Batu Bara Per 1 Ton PT X.....	45
Tabel 4.16 Pemakaian Listrik Unit Proses PT X.....	46
Tabel 4.17 Faktor Emisi Konsumsi Listrik untuk Pembangkit Listrik di Indonesia	46
Tabel 4.18 Emisi Penggunaan Listrik PT X.....	47
Tabel 4.19 Emisi Penggunaan Listrik Per 1 Ton Batu Bara PT X	47
Tabel 4.20 Total Emisi Di Setiap Unit Proses Produksi Batu Bara PT X.....	47
Tabel 4.21 Total Emisi Di Setiap Unit Proses Produksi Per 1 Ton Batu Bara PT X	48
Tabel 4.22 Tujuan dan Ruang Lingkup Penelitian.....	51
Tabel 4.23 Unit Fungsional	53
Tabel 4.24 Input dan Output PT X selama bulan Juli 2023 – Juni 2024.....	53
Tabel 4.25 Nilai Dampak Lingkungan PT X Selama Bulan Juli 2023 – Juni 2024 Per 1 Ton BB	56
Tabel 4.26 Hasil Karakterisasi GWP Per Ton Batu Bara Di Tiap Unit Proses.....	59
Tabel 4.27 Hasil Karakterisasi Stratospheric Ozone Depletion Per Ton Batu Bara Di Tiap Unit Proses.....	62
Tabel 4.28 Hasil Karakterisasi Ionizing Radiation Per Ton Batu Bara Di Tiap Unit Proses	65
Tabel 4.29 Hasil Karakterisasi Ozone Formation, Human Health Per Ton Batu Bara Di Tiap Unit Proses.....	68
Tabel 4.30 Hasil Karakterisasi Fine Particulate Matter Formation Per Ton Batu Bara Di Tiap Unit Proses.....	71
Tabel 4.31 Hasil Karakterisasi Fine Particulate Matter Formation Per Ton Batu Bara Di Tiap Unit Proses.....	73
Tabel 4.32 Hasil Karakterisasi Terrestrial Acidification Per Ton Batu Bara Di Tiap Unit Proses	75
Tabel 4.33 Hasil Karakterisasi Freshwater Eutrophication Per Ton Batu Bara Di Tiap Unit Proses	77
Tabel 4.34 Hasil Karakterisasi Marine Eutrophication Per Ton Batu Bara Di Tiap Unit Proses	79

Tabel 4.35 Hasil Karakterisasi Terrestrial Ecotoxicity Per Ton Batu Bara Di Tiap Unit Proses.....	81
Tabel 4.36 Hasil Karakterisasi Freshwater Ecotoxicity Per Ton Batu Bara Di Tiap Unit Proses.....	83
Tabel 4.37 Hasil Karakterisasi Marine Ecotoxicity Per Ton Batu Bara Di Tiap Unit Proses.....	85
Tabel 4.38 Hasil Karakterisasi Human Carcinogenic Toxicity Per Ton Batu Bara Di Tiap Unit Proses.....	87
Tabel 4.39 Hasil Karakterisasi Human Non-Carcinogenic Toxicity Per Ton Batu Bara Di Tiap Unit Proses.....	89
Tabel 4.40 Hasil Karakterisasi Land Use Per Ton Batu Bara Di Tiap Unit Proses.....	91
Tabel 4.41 Hasil Karakterisasi Mineral Resource Scarcity Per Ton Batu Bara Di Tiap Unit Proses.....	93
Tabel 4.42 Hasil Karakterisasi Fossil Resource Scarcity Per Ton Batu Bara Di Tiap Unit Proses.....	95
Tabel 4.43 Hasil Karakterisasi Water Consumption Per Ton Batu Bara Di Tiap Unit Proses.....	97

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tahapan LCA pada SNI ISO 14040:2016	13
Gambar 2.2 Skema Batasan Ruang Lingkup LCA.....	14
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian.....	26
Gambar 3.2 Gambaran Batasan Ruang Lingkup LCA	28
Gambar 3.3 Tahapan Prosedur LCI.....	29
Gambar 3.4 Prosedur LCIA	31
Gambar 4.1 Unit Proses Produksi Batu Bara PT X.....	34
Gambar 4.2 Emisi CO ₂ Dari Proses Produksi Batu Bara	48
Gambar 4.3 Emisi CH ₄ Dari Proses Produksi Batu Bara	49
Gambar 4.4 Emisi CO ₂ Dari Proses Produksi Batu Bara	49
Gambar 4.5 Emisi CO ₂ Dari Proses Produksi Batu Bara	49
Gambar 4.6 Sistem Produk	52
Gambar 4.7 Sankey Diagram <i>Global Warming</i>	61
Gambar 4.8 Sankey Diagram <i>Stratospheric Ozone Depletion</i>	64
Gambar 4.9 Sankey Diagram <i>Ionizing Radiation</i>	67
Gambar 4.10 Sankey Diagram <i>Ozone Formation, Human Health</i>	70
Gambar 4.11 Sankey Diagram <i>Fine Particulate Matter Formation</i>	72
Gambar 4.12 Sankey Diagram <i>Ozone Formation, Terrestrial Ecosystems</i>	74
Gambar 4.13 Sankey Diagram <i>Terrestrial Acidification</i>	76
Gambar 4.14 Sankey Diagram <i>Freshwater Eutrophication</i>	78
Gambar 4.15 Sankey Diagram <i>Marine Eutrophication</i>	80
Gambar 4.16 Sankey Diagram <i>Terrestrial Ecotoxicity</i>	82
Gambar 4.17 Sankey Diagram <i>Freshwater Ecotoxicity</i>	84
Gambar 4.18 Sankey Diagram <i>Marine Ecotoxicity</i>	86
Gambar 4.19 Sankey Diagram <i>Human Carcinogenic Toxicity</i>	88
Gambar 4.20 Sankey Diagram <i>Human Non-Carcinogenic Toxicity</i>	90
Gambar 4.21 Sankey Diagram <i>Land Use</i>	92
Gambar 4.22 Sankey Diagram <i>Mineral Resource Scarcity</i>	94
Gambar 4.23 Sankey Diagram <i>Fossil Resource Scarcity</i>	96
Gambar 4.24 Sankey Diagram <i>Water Consumption</i>	98
Gambar 4.25 Grafik Dampak Per Unit Operasi	99