

**ANALISIS *LIFE CYCLE ASSESSMENT* (LCA)
PROSES PRODUKSI *CRUDE PALM OIL* (CPO)
MENJADI *GREEN GASOLINE* DI PT X INDONESIA**

TUGAS AKHIR



DHIYAH AANIZAH

1202915013

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA
2022**

**ANALISIS *LIFE CYCLE ASSESSMENT* (LCA)
PROSES PRODUKSI *CRUDE PALM OIL* (CPO)
MENJADI *GREEN GASOLINE* DI PT X INDONESIA**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Lingkungan



DHIYAH AANIZAH

1202915013


**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA
2022**

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 : Dhiyah Aanizah

NIM : 1202915013

Tanda Tangan : 

Tanggal : 25 November 2022

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Dhiyah Aanizah
NIM : 1202915013
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer
Judul Skripsi : Analisis *Life Cycle Assessment* (LCA)
Proses Produksi *Crude Palm Oil* (CPO)
Menjadi *Green Gasoline* di PT X Indonesia

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

DEWAN PENGUJI

Dosen Pembimbing I : Deffi Ayu Puspito Sari, S.TP., M.Agr.Sc.,
Ph.D., IPM



Dosen Pembimbing II : Nugroho Adi Sasongko, S.T., M.Sc., Ph.D.,
CIQnR



Dosen Penguji I : Sirin Fairus, S.T., M.T



Dosen Penguji II : Prisma Nursetyowati, S.T., M.T



Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 25 November 2022

UNGKAPAN TERIMA KASIH

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat melakukan penyusunan Tugas Akhir ini sebagai salah satu persyaratan dalam menyelesaikan Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Bakrie. Pada Tugas Akhir ini, penulis membahas mengenai Analisis *Life Cycle Assessment* (LCA) Proses Produksi *Crude Palm Oil* (CPO) Menjadi *Green Gasoline* di PT X Indonesia.

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

1. Kedua orang tua, kakak, adik, keluarga besar dan rekan – rekan yang selalu mendukung dan mendoakan penulis.
2. Ibu Deffi Ayu Puspito Sari, S.TP., M.Agr., Ph.D., IPM selaku Pembimbing I yang selalu memberi masukan kepada penulis.
3. Bapak Nugroho Adi Sasongko, S.T., M.Sc., Ph.D., CIQnR selaku Pembimbing II yang selalu memberi masukan kepada penulis.
4. Ibu Sirin Fairus, S.T., M.T selaku Penguji I yang selalu memberi masukan kepada penulis.
5. Ibu Prisma Nursetyowati, S.T., M.T selaku Penguji II yang selalu memberi masukan kepada penulis.
6. Bapak Aqil Azizi, S.Pi., M.Appl.Sc., Ph.D selaku Kepala Program Studi S1 Teknik Lingkungan Universitas Bakrie.
7. Ibu Sandra Madonna, S.Si., M.T, Bapak Diki Surya Irawan, S.T. M.Si selaku Dosen Akademik yang memberikan motivasi kepada penulis.
8. Mas Taufik, Mas Fikri, dan Pak Erdy selaku staff Teknik Lingkungan yang membantu penulis dalam pengurusan surat-surat dalam pelaksanaan tugas akhir.
9. Teman-teman penulis yaitu Yorinta, Nurrahma, Ayu, Adela, Vita, Andini, Bunga, Sandra, Yara, Agnes, Melia, Syafira, Atina, Nanda, Alifah, Muria, Fikri, Greyfan, Lutfi, Farhan, Rezy, Dina, Kak Nurul yang selalu memberikan semangat serta motivasi kepada penulis.

10. Teman-teman *volunteer* yang tidak bisa disebutkan satu-satu yang telah memberikan semangat dan motivasi kepada penulis.
11. 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 Tugas Akhir ini. Maka dari itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan hasil di masa yang akan datang. Penulis juga berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi diri sendiri dan para pembacanya.

Jakarta, 25 November 2022



Dhiyah Aanizah

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

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

Nama : Dhiyah Aanizah
NIM : 1202915013
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:

**ANALISIS *LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA)* PROSES PRODUKSI
CRUDE PALM OIL (CPO) MENJADI *GREEN GASOLINE* DI PT X
INDONESIA**

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
Tanggal : 25 November 2022

Yang Menyatakan



Dhiyah Aanizah

**ANALISIS *LIFE CYCLE ASSESSMENT* (LCA)
PROSES PRODUKSI *CRUDE PALM OIL* (CPO)
MENJADI *GREEN GASOLINE* DI PT X INDONESIA**

Dhiyah Aanizah

ABSTRAK

Indonesia tercatat sebagai produsen sekaligus pengeksport minyak sawit terbesar pertama di dunia. *Green fuel* yang akan diproduksi di Indonesia seluruhnya berbahan baku dari CPO (untuk *green gasoline*). Analisis *Life Cycle Assessment* (LCA) bahan bakar *green gasoline* dari *Crude Palm Oil* (CPO) sangat penting dilakukan guna mengetahui efektivitas dan efisiensi bahan bakar tersebut. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui data inventori energi dan material yang digunakan dalam proses produksi CPO menjadi *green gasoline* di PT X Indonesia, menganalisis LCA proses produksi CPO menjadi *green gasoline* di PT X Indonesia, dan mengetahui letak tahapan yang memiliki dampak paling besar dalam proses produksi. Ruang lingkup analisis LCA pada penelitian ini adalah *gate to gate* pada proses produksi *green gasoline* dengan menggunakan teknologi *co-processing* di unit FCCU (*Fluid Catalytic Cracking Unit*). Batasan penelitian ini adalah dari proses produksi turunan *Crude Palm Oil* (CPO) yaitu *Refined Bleached Deodorized Palm Oil* (RBDPO) hingga menghasilkan produk *green gasoline* di PT X Indonesia. Penelitian ini menggunakan *Software Simapro 9.1.0.11* dan *Software Microsoft Excel* dengan metodologi yang digunakan adalah *CML-Baseline*. Hasil yang didapatkan untuk proses produksi CPO menjadi *green gasoline* pada *impact categories* GWP100a sebesar 1,06 Kg CO₂ *equivalent/Kg green gasoline*, *acidification* sebesar 0,009 Kg SO₂ *equivalent/Kg green gasoline*, *eutrophication* sebesar 0,010 Kg PO₄ *equivalent/Kg green gasoline*, dan *human toxicity* sebesar 10,84 Kg 1,4-DB *equivalent/Kg green gasoline*. Saran kedepannya, perlu adanya perhitungan LCA untuk proses tahapan CPO menjadi RBDPO, perhitungan LCA *transport* dari *supplier* RBDPO hingga sampai ke *gate* PT X Indonesia, dan nilai *characterization factor* yang digunakan dari *database Software Simapro 9.1.0.11* perlu di-*update* dan disesuaikan dengan yang ada di Indonesia agar hasil analisis yang didapatkan lebih spesifik.

Kata kunci: *Life Cycle Assessment* (LCA), *Crude Palm Oil* (CPO), *Green Gasoline*, *Co-processing*, FCCU (*Fluid Catalytic Cracking Unit*).

LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA) ANALYSIS CRUDE PALM OIL (CPO) PRODUCTION PROCESS CHANGES INTO GREEN GASOLINE AT PT X INDONESIA

Dhiyah Aanizah

ABSTRACT

Indonesia is listed as the world's largest producer and exporter of palm oil. Green fuel that will be produced in Indonesia is entirely made from CPO (for green gasoline). Analysis of Life Cycle Assessment (LCA) of green gasoline fuel from Crude Palm Oil (CPO) is very essential to determine the effectiveness and efficiency of the fuel. The purpose of this research aims to discover the data on energy and material inventory used in the production process of CPO into green gasoline at PT X Indonesia, analyze the LCA of the CPO production process into green gasoline at PT X Indonesia, find out the location of the stages that have the greatest impact on the production process. The scope of the LCA analysis in this research is gate to gate in the green gasoline production process using co-processing technology in the FCCU (Fluid Catalytic Cracking Unit) unit. The limitation of this research is the production process of CPO derivatives, namely RBDPO to green gasoline product. This research used SimaPro 9.1.0.11 Software and Microsoft Excel Software with the methodology used is CML-Baseline. The results gained for the CPO production process into green gasoline in the impact categories GWP100a are 1.06 Kg CO₂ equivalent/Kg green gasoline, acidification of 0.009 Kg SO₂ equivalent/Kg of green gasoline, eutrophication of 0.010 Kg PO₄ equivalent/Kg of green gasoline, and human toxicity of 10.84 Kg 1.4-DB equivalent/Kg of green gasoline. Suggestions in the future, it is necessary to calculate LCA for the CPO to RBDPO stage process, calculation of LCA transportation from supplier RBDPO to gate PT X Indonesia, and the characterization factor value used from SimaPro 9.1.0.11 Software database need to be updated and adjusted to those in Indonesia so that the analysis results obtained are more specific.

Key Words: *Life Cycle Assessment (LCA), Crude Palm Oil (CPO), Green Gasoline, Co-processing, FCCU (Fluid Catalytic Cracking Unit).*

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 GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.4.1 Manfaat Teoritis	6
1.4.2 Manfaat Praktis.....	6
1.5 Ruang Lingkup.....	6
BAB II KERANGKA TEORITIS	7
2.1 Tinjauan Pustaka Terkait Penelitian Sebelumnya.....	7
2.1.1 Kelapa Sawit.....	7
2.1.2 <i>Crude Palm Oil</i> (CPO)	11
2.1.3 Bahan Bakar <i>Green Gasoline</i>	12
2.1.4 <i>Life Cycle Assessment</i> (LCA)	14
2.2 Hasil Penelitian Terdahulu	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1 Lokasi Penelitian.....	31
3.2 Waktu Penelitian	31
3.3 Alat dan Bahan Penelitian.....	31

3.3.1 Peralatan Penelitian	31
3.3.2 Bahan Penelitian	31
3.4 Sumber Data dan Teknik Pengambilan Data	32
3.4.1 Sumber Data	32
3.4.2 Teknik Pengambilan Data	33
3.5 Metode Penelitian.....	33
3.6 Objek Penelitian	36
3.7 Tahapan Proses Penelitian.....	37
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	40
4.1 Proses Produksi <i>Green Gasoline</i> di PT X Indonesia.....	40
4.2 Penentuan <i>Goal and Scope</i>	42
4.3 Penentuan <i>Life Cycle Inventory Assessment</i>	43
4.3.1 Pengumpulan Data Inventori	43
4.3.2 Pengolahan Data Inventori	44
4.5 Interpretasi.....	69
BAB V PENUTUP	73
5.1 Simpulan	73
5.2 Saran.....	74
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN.....	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Pengolahan <i>Green Fuel</i>	2
Gambar 2. Tahapan LCA.....	3
Gambar 3. Perkembangan Luas Areal dan Produksi Perkebunan Kelapa Sawit Indonesia Tahun 2016-2020	9
Gambar 4. Perbandingan Luas Areal Perkebunan Kelapa Sawit Indonesia menurut Status Pengusahaan Tahun 2020.....	9
Gambar 5. Grafik Harga CPO di Indonesia	11
Gambar 6. Perbandingan Produksi Minyak Sawit Indonesia menurut Status Pengusahaan Tahun 2020	12
Gambar 7. Skema Proses Teknologi <i>Co-Processing</i>	14
Gambar 8. Ruang Lingkup LCA.....	15
Gambar 9. Diagram Alir Penelitian	37
Gambar 10. Skema Aliran Material Siklus Hidup Produksi <i>Green Gasoline</i> Teknologi <i>Co-Processing</i> di Unit FCCU PT X Indonesia.....	41
Gambar 11. Langkah Pemilihan <i>Database</i>	47
Gambar 12. Langkah Pembukaan <i>Project</i>	47
Gambar 13. Langkah Pemilihan Material	48
Gambar 14. Langkah Pemilihan <i>Antimony</i>	48
Gambar 15. Langkah Menganalisis Material <i>Antimony</i>	49
Gambar 16. Langkah Pemilihan Metode Analisis (1)	50
Gambar 17. Langkah Pemilihan Metode Analisis (2)	50
Gambar 18. Langkah Pemilihan Metode Analisis (3)	51
Gambar 19. Langkah Pemilihan <i>Characterization Factor</i>	51
Gambar 20. Hasil <i>Characterization Factor</i> GWP100a untuk <i>Antimony</i>	52
Gambar 21. Hasil <i>Characterization Factor</i> <i>Acidification</i> untuk <i>Antimony</i>	52
Gambar 22. Hasil <i>Characterization Factor</i> <i>Eutrophication</i> untuk <i>Antimony</i>	53
Gambar 23. Hasil <i>Characterization Factor</i> <i>Human Toxicity</i> untuk <i>Antimony</i>	53
Gambar 24. Hasil <i>Characterization Factor</i> GWP100a untuk MVGO	54
Gambar 25. Hasil <i>Characterization Factor</i> <i>Acidification</i> untuk MVGO	54

Gambar 26. Hasil <i>Characterization Factor Eutrophication</i> untuk MVGO	55
Gambar 27. Hasil <i>Characterization Factor Human Toxicity</i> untuk MVGO	55
Gambar 28. Hasil <i>Characterization Factor GWP100a</i> untuk Energi Listrik	56
Gambar 29. Hasil <i>Characterization Factor Acidification</i> untuk Energi Listrik	56
Gambar 30. Hasil <i>Characterization Factor Eutrophication</i> untuk Energi Listrik	57
Gambar 31. Hasil <i>Characterization Factor Human Toxicity</i> untuk Energi Listrik	57
Gambar 32. Hasil <i>Characterization Factor GWP100a</i> untuk <i>Fuel Gas</i>	58
Gambar 33. Hasil <i>Characterization Factor Acidification</i> untuk <i>Fuel Gas</i>	58
Gambar 34. Hasil <i>Characterization Factor Eutrophication</i> untuk <i>Fuel Gas</i>	59
Gambar 35. Hasil <i>Characterization Factor Human Toxicity</i> untuk <i>Fuel Gas</i>	59
Gambar 36. Hasil <i>Characterization Factor GWP100a</i> untuk <i>Phosphate</i>	60
Gambar 37. Hasil <i>Characterization Factor Acidification</i> untuk <i>Phosphate</i>	60
Gambar 38. Hasil <i>Characterization Factor Eutrophication</i> untuk <i>Phosphate</i>	61
Gambar 39. Hasil <i>Characterization Factor Human Toxicity</i> untuk <i>Phosphate</i>	61
Gambar 40. Hasil <i>Characterization Factor GWP100a</i> untuk <i>Alumina</i>	62
Gambar 41. Hasil <i>Characterization Factor Acidification</i> untuk <i>Alumina</i>	62
Gambar 42. Hasil <i>Characterization Factor Eutrophication</i> untuk <i>Alumina</i>	63
Gambar 43. Hasil <i>Characterization Factor Human Toxicity</i> untuk <i>Alumina</i>	63
Gambar 44. Hasil <i>Characterization Factor GWP100a</i> untuk Air Pendingin	64
Gambar 45. Hasil <i>Characterization Factor Acidification</i> untuk Air Pendingin	64
Gambar 46. Hasil <i>Characterization Factor Eutrophication</i> untuk Air Pendingin	65
Gambar 47. Hasil <i>Characterization Factor Human Toxicity</i> untuk Air Pendingin	65
Gambar 48. Hasil <i>Characterization Factor GWP100a</i> untuk <i>Steam</i>	66
Gambar 49. Hasil <i>Characterization Factor Acidification</i> untuk <i>Steam</i>	66
Gambar 50. Hasil <i>Characterization Factor Eutrophication</i> untuk <i>Steam</i>	67
Gambar 51. Hasil <i>Characterization Factor Human Toxicity</i> untuk <i>Steam</i>	67
Gambar 52. Hasil <i>Characterization Factor Human Toxicity</i> untuk RBDPO	68

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil Penelitian Terdahulu.....	19
Tabel 2. Data yang Diperlukan dalam Penelitian	32
Tabel 3. <i>Impact category CML-Baseline</i>	34
Tabel 4. Inventori Data Kilang PT X Indonesia Tahun 2019	43
Tabel 5. Data Nilai <i>Characterization Factor</i> PT X Indonesia.....	45
Tabel 6. Emisi Terbesar Proses Produksi <i>Green Gasoline</i>	71

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Nilai <i>Impact Factor</i> Seluruh Material Produksi <i>Green Gasoline</i> PT X Indonesia	79
Lampiran 2. Nilai Emisi Yang Dihasilkan Seluruh Material Produksi <i>Green Gasoline</i> PT X Indonesia	80