

TUGAS AKHIR

ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN PADA PROSES *REFINING* DAN *FRACTIONATION* MINYAK KELAPA SAWIT DI PT GUTHRIE INTERNATIONAL PULAU LAUT REFINERY MENGGUNAKAN METODE *LIFE* *CYCLE ASSESSMENT* (LCA)

Diajukan sebagai salah satu persyaratan dalam menyusun Tugas Akhir pada
Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung
Mangkurat

Dibuat:

Muhammad Iqbal

NIM. 2110815210044

Pembimbing:

Muhammad Abrar Firdausy, ST., MT.

NIP. 199101192019031016



PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT

2025

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK LINGKUNGAN

**ANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN PADA PROSES *REFINING* DAN
FRACTIONATION MINYAK KELAPA SAWIT DI PT GUTHRIE
INTERNATIONAL PULAU LAUT REFINERY MENGGUNAKAN **METODE LIFE
CYCLE ASSESSMENT (LCA)****

OLEH:

Muhammad Iqbal (2110815210044)

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji pada hari ~~senin~~ tanggal ~~07~~ ~~07~~ ~~2025~~ dan dinyatakan

LULUS

Komite Penguji:

Ketua : Dr. Rizqi Puteri Mahyudin, S.Si., M.S.

NIP. 198708 28201212 2 001

Anggota : Nova Annisa, S.Si., M.S.

NIP. 198911 28202421 2 032

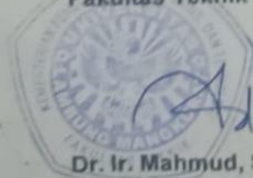
Pembimbing : Muhammad Abrar Firdausy, S.T., M.T.

NIP. 199101 19201903 1 016

Banjarbaru, ~~07~~ ~~Juni~~ ~~2025~~

diketahui dan disahkan oleh:

**Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,**



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

**Koordinator Program Studi
S-1 Teknik Lingkungan,**

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

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi dampak lingkungan paling signifikan dan *hotspot* unit proses dari proses *refining* dan *fractionation olein IV 56* dan *58* dalam produksi *refined bleached deodorized palm oil*, *olein*, dan *stearin* menggunakan pendekatan *Life Cycle Assessment (LCA)* di PT Guthrie International Pulau Laut Refinery. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada proses *refining* untuk memproduksi 1 ton *refined bleached deodorized palm oil*, dampak paling dominan adalah *human carcinogenic toxicity* (0,34 kg 1,4-DCB) dengan *hotspot* pada tahap *degumming* akibat penggunaan asam fosfat, serta *marine ecotoxicity* (6,41E-02 kg 1,4-DCB) dan *terrestrial ecotoxicity* (44,32 kg 1,4-DCB) yang paling besar terjadi pada tahap *bleaching* akibat penggunaan *bleaching earth*. Pada proses *fractionation* untuk produksi 1 ton *olein IV 56* dan *IV 58*, dampak dominan meliputi *human carcinogenic toxicity* (8,52E-02 kg 1,4-DCB dan 1,02E-01 kg 1,4-DCB), *fine particulate matter formation* (3,51E-01 kg PM_{2.5} eq dan 4,20E-01 kg PM_{2.5} eq), serta *marine ecotoxicity* (6,41E 03 kg 1,4-DCB dan 7,63E-03 kg 1,4-DCB) dengan *hotspot* pada tahap *crystallization* yang disebabkan oleh tingginya konsumsi listrik. Untuk produksi *stearin* dari proses kedua fraksi tersebut, dampak utama tetap pada kategori yang sama yaitu *human carcinogenic toxicity* (1,25E-01 kg 1,4-DCB dan 1,20E-01 kg 1,4-DCB) dan *fine particulate matter formation* (4,71E-01 kg PM_{2.5} eq dan 4,69E-01 kg PM_{2.5} eq),. Terkecuali pada kategori dampak *marine ecotoxicity* (2,62E-02 kg 1,4-DCB dan 1,84E-02 kg 1,4-DCB), *hotspot* terdapat pada unit *stearin melting tank* untuk akibat penggunaan *marine fuel oil* dalam produksi *low pressure steam*. Temuan ini menyoroti pentingnya peningkatan efisiensi energi, penggunaan bahan bakar yang lebih bersih, dan optimalisasi kinerja proses untuk mengurangi dampak lingkungan dalam pengolahan minyak kelapa sawit.

Kata Kunci : Dampak Lingkungan, *Life Cycle Assessment*, Minyak Kelapa Sawit, *Refining*, *Fractionation*,

ABSTRACT

This study aims to identify the most significant environmental impact potentials and process unit hotspots in the refining process and the fractionation of olein IV 56 and 58 in the production of refined bleached deodorized palm oil, olein, and stearin using a Life Cycle Assessment (LCA) approach at PT Guthrie International Pulau Laut Refinery. The analysis results show that in the refining process for producing 1 ton of refined bleached deodorized palm oil, the most dominant impact is human carcinogenic toxicity (0.34 kg 1,4-DCB) with a hotspot in the degumming stage due to the use of phosphoric acid, as well as marine ecotoxicity (6.41E-02 kg 1,4-DCB) and terrestrial ecotoxicity (44.32 kg 1,4-DCB), which are most significant in the bleaching stage due to the use of bleaching earth. In the fractionation process for producing 1 ton of olein IV 56 and IV 58, the dominant impacts include human carcinogenic toxicity (8.52E-02 kg 1,4-DCB and 1.02E-01 kg 1,4-DCB), fine particulate matter formation (3.51E-01 kg PM_{2.5} eq and 4.20E-01 kg PM_{2.5} eq), and marine ecotoxicity (6.41E-03 kg 1,4-DCB and 7.63E-03 kg 1,4-DCB), with a hotspot in the crystallization stage due to high electricity consumption. For stearin production from both fractionation processes, the main impact categories remain the same, namely human carcinogenic toxicity (1.25E-01 kg 1,4-DCB and 1.20E-01 kg 1,4-DCB) and fine particulate matter formation (4.71E-01 kg PM_{2.5} eq and 4.69E-01 kg PM_{2.5} eq). Except for the marine ecotoxicity category (2.62E-02 kg 1,4-DCB and 1.84E-02 kg 1,4-DCB), the hotspot is found in the stearin melting tank unit due to the use of marine fuel oil in the production of low pressure steam. These findings highlight the importance of improving energy efficiency, using cleaner fuels, and optimizing process performance to reduce environmental impacts in palm oil processing.

Keywords : Environmental Impact, Life Cycle Assessment, Palm Oil, Refining, Fractionation

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Analisis Dampak Lingkungan Pada Proses *Refining* Dan *Fractionation* Minyak Kelapa Sawit Di Pt Guthrie International Pulau Laut Refinery Menggunakan Metode *Life Cycle Assessment* (LCA)”. Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Lambung Mangkurat.

Tugas akhir ini tidak akan terselesaikan tanpa dukungan, bimbingan, dan do'a dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT atas segala nikmat yang diberikan, baik kesehatan, kekuatan, maupun kesempatan yang menjadi bekal utama dalam menyelesaikan tugas ini;
2. Nabi Muhammad SAW, sebagai suri teladan dalam menjalani hidup penuh perjuangan dan keikhlasan;
3. Ibu dan Keluarga, yang selalu mendukung dan membantu saya dalam menjalani kehidupan. Serta Almarhamum Bapak yang menjadi motivasi saya.
4. Bapak Muhammad Abrar Firdausy, ST., MT.dosen pembimbing yang dengan sabar memberikan arahan, masukan, dan bimbingan yang selama proses penelitian dan penulisan tugas akhir ini;
5. Ibu Dr. Rizqi Puteri Mahyudin, S.Si., M.S., dan Ibu Nova Annisa, S.Si., M.S. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran, koreksi, dan masukan yang membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini;

6. Dosen dan Staff Administrasi Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat, atas ilmu, pelayanan, dan fasilitas yang diberikan selama masa studi.
7. Pihak PT Guthrie International yang telah memberikan bimbingan dalam pengambilan data dan pembelajaran proses produksi
8. Teman-teman Grup SKK yang telah kebersamai dari awal perkuliahan sampai dengan akhir penyelesaian masa studi
9. Teman-teman Angkatan 21 yang telah kebersamai masa perkuliahan
10. Teman-Teman Divisi Dagri HMTL dan kepengurusan HMTL, Kepanitiaan Envirosary-16 (Harmonia), serta Kepanitiaan Envirosary-17 (Symphony) yang telah kebersamai masa kepanitiaan dan organisasi

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan dan pengembangan di masa mendatang.

Akhir kata, penulis berharap agar tugas akhir ini dapat memberikan manfaat, baik bagi pembaca, peneliti selanjutnya, maupun semua pihak yang berkepentingan.

Banjarbaru, Juli 2025



Muhammad Iqbal

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK.....	ii
<i>ABSTRACT</i>	iii
PRAKATA.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xv
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	7
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Landasan Teori	8
2.1.1 Minyak Kelapa Sawit	8
2.1.2 Proses <i>Refining</i> dan <i>Fractionation</i> Minyak Kelapa Sawit	10
2.1.2.1 Proses <i>Refining</i> Minyak Kelapa Sawit	11
2.1.2.1.1 Tahap <i>Degumming</i>	12
2.1.2.1.2 Tahap <i>Bleaching</i>	13
2.1.2.1.3 Tahap <i>Deodorizing</i>	14
2.1.2.2 Proses <i>Fractionation</i> Minyak Kelapa Sawit.....	16
2.1.2.2.1 Tahap <i>Crsytallization/Cooling</i>	17
2.1.2.2.2 Tahap <i>Filtration</i>	17

2.1.3	<i>Life Cycle Assessment (LCA)</i>	19
2.1.3.1	<i>Goal and Scope Definition</i>	21
2.1.3.2	<i>Life Cycle Inventory (LCI) Analysis</i>	23
2.1.3.3	<i>Life Cycle Impact Assessment (LCIA)</i>	24
2.1.3.3.1	Metode ReCiPe 2016.....	29
2.1.3.4	<i>Interpretation</i>	30
2.1.4	SimaPro 9.....	32
2.2	Studi Pustaka	33
III.	METODE PENELITIAN.....	35
3.1	Rancangan Penelitian	35
3.1.1	Kerangka Penelitian	35
3.2	Lokasi Penelitian	35
3.3	Alat Penelitian	36
3.4	Prosedur Penelitian	36
3.4.1	Studi Literatur	36
3.4.2	Studi Lapangan dan Perizinan Penelitian	36
3.4.3	Pengumpulan Data.....	36
3.4.4	Analisis Data	37
3.4.4.1	<i>Goal and Scope Definition</i>	37
3.4.4.2	<i>Life Cycle Inventory (LCI) Analysis</i>	38
3.4.4.3	<i>Life Cycle Impact Assessment (LCIA)</i>	39
3.4.4.4	<i>Interpretation</i>	42
3.4.5	Kesimpulan dan Saran	42
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	43
4.1	Profil Perusahaan PT. Guthrie International Pulau Laut Refinery.....	43

4.2	Proses Pengolahan Minyak Kelapa Sawit di PT. Guthrie International Pulau Laut Refinery.....	45
4.2.1	Proses <i>Refining</i>	45
4.2.1.1	Tahap <i>Degumming</i>	46
4.2.1.2	Tahap <i>Bleaching</i>	47
4.2.1.3	Tahap <i>Deodorizing</i>	48
4.2.2	Proses <i>Fractionation</i>	50
4.2.2.1	Tahap <i>Homogenizing</i>	50
4.2.2.2	Tahap <i>Crystallization</i>	51
4.2.2.3	Tahap <i>Filtration</i>	52
4.2.3	Unit Utilitas	53
4.3	Analisis <i>Life Cycle Assessment (LCA)</i>	55
4.3.1	<i>Goal and Scope Definition</i>	55
4.3.2	<i>Life Cycle Inventory (LCI) Analysis</i>	56
4.3.2.1	Inventori Unit Utilitas.....	57
4.3.2.1.1	Inventori Unit <i>Low Pressure Steam Boiler</i>	63
4.3.2.1.2	Inventori Unit <i>High Pressure Steam Boiler</i>	64
4.3.2.1.3	Inventori Unit <i>Waste Water Treatment Plant (WWTP)</i>	65
4.3.2.2	<i>Life Cycle Inventory (LCI) Proses Refining</i>	66
4.3.2.2.1	Inventori Tahap <i>Degumming</i>	67
4.3.2.2.2	Inventori Tahap <i>Bleaching</i>	67
4.3.2.2.3	Inventori Tahap <i>Deodorizing</i>	68
4.3.2.3	<i>Life Cycle Inventory (LCI) Proses Fractionation Olein IV dan IV 58</i>	68

4.3.2.3.1	Inventori Tahap <i>Homogenizing</i>	69
4.3.2.3.2	Inventori Tahap <i>Crystallization</i>	70
4.3.2.3.3	Inventori Tahap <i>Filtration</i>	70
4.3.2.3.4	Inventori Unit <i>Olein Buffer Tank</i>	71
4.3.2.3.5	Inventori Unit <i>Stearin Melting Tank</i>	72
4.3.3	<i>Life Cycle Impact Assessment (LCIA)</i>	73
4.3.3.1	Karakterisasi Dampak Lingkungan	74
4.3.3.1.1	Karakterisasi Dampak Lingkungan Proses <i>Refining</i> ..	75
4.3.3.1.2	Karakterisasi Dampak Lingkungan Proses <i>Fractionation</i> <i>Olein IV 56</i>	77
4.3.3.1.3	Karakterisasi Dampak Lingkungan Proses <i>Fractionation</i> <i>Olein IV 58</i>	81
4.3.3.2	Normalisasi Dampak Lingkungan	85
4.3.3.2.1	Normalisasi Dampak Lingkungan Proses <i>Refining</i>	86
4.3.3.2.2	Normalisasi Dampak Lingkungan Proses <i>Fractionation</i> <i>Olein IV 56</i>	88
4.3.3.2.3	Normalisasi Dampak Lingkungan Proses <i>Fractionation</i> <i>Olein IV 58</i>	92
4.3.4	<i>Interpretation</i>	96
4.3.4.1	Analisis <i>Hotspot</i>	96
4.3.4.1.1	Analisis <i>Hotspot</i> Unit Proses pada Proses <i>Refining</i> ..	96
4.3.4.1.2	Analisis <i>Hotspot</i> Unit Proses pada Proses <i>Fractionation</i> <i>Olein IV 56</i>	98
4.3.4.1.3	Analisis <i>Hotspot</i> Unit Proses pada Proses <i>Fractionation</i> <i>Olein IV 58</i>	102

4.3.4.2	Evaluasi <i>Life Cycle Assessment</i>	106
4.3.4.2.1	<i>Completeness Check</i>	106
4.3.4.2.2	<i>Sensitivity Check</i>	107
4.3.4.2.3	<i>Consistency Check</i>	112
4.3.4.3	Kesimpulan, Keterbatasan, dan Rekomendasi	112
V.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	117
5.1	Kesimpulan	117
5.2	Saran	119
	DAFTAR PUSTAKA.....	120
	LAMPIRAN	125

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Komposisi <i>Crude Palm Oil</i> (CPO)	9
Tabel 2. 2 Komposisi Asam Lemak (<i>Fatty Acid</i>) <i>Crude Palm Oil</i> (CPO)	9
Tabel 2. 3 Studi Pustaka	33
Tabel 3. 1 Kategori Dampak Midpoint Metode ReCiPe 2016 Midpoint (Hierarchist).....	39
Tabel 3. 2 Faktor Normalisasi Metode ReCiPe 2016 Midpoint (Hierarchist).....	41
Tabel 4. 1 Faktor Emisi Gas Rumah Kaca Pembakaran Stasioner.....	59
Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Beban Emisi Gas Rumah Kaca.....	60
Tabel 4. 3 Data Perhitungan Beban Emisi Gas Konvensional <i>Boiler</i>	60
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Beban Emisi Gas Konvensional <i>Low Pressure Steam Boiler</i>	61
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Beban Emisi Gas Konvensional <i>High Pressure Steam Boiler</i>	62
Tabel 4. 6 Data Perhitungan Beban Pencemar Unit <i>Wastewater Treatment Plant</i> (WWTP).....	62
Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan Beban Pencemar Unit <i>Wastewater Treatment Plant</i> (WWTP).....	63
Tabel 4. 8 Inventori Unit <i>Low Pressure Steam Boiler</i>	64
Tabel 4. 9 Inventori Unit <i>High Pressure Steam Boiler</i>	65
Tabel 4. 10 Inventori Unit <i>Wastewater Treatment Plant</i> (WWTP)	66
Tabel 4. 11 Inventori Tahap <i>Degumming</i>	67
Tabel 4. 12 Inventori Tahap <i>Bleaching</i>	67
Tabel 4. 13 Inventori Tahap <i>Deodorizing</i>	68
Tabel 4. 14 Inventori Tahap <i>Homogenizing</i> Proses <i>Fractionation Olein IV 56</i>	69
Tabel 4. 15 Inventori Tahap <i>Homogenizing</i> Proses <i>Fractionation Olein IV 58</i>	69

Tabel 4. 16 Inventori Tahap <i>Crystallizing</i> Proses <i>Fractionation Olein</i> IV 56.....	70
Tabel 4. 17 Inventori Tahap <i>Crystallizing</i> Proses <i>Fractionation Olein</i> IV 58.....	70
Tabel 4. 18 Inventori Tahap <i>Filtration</i> Proses <i>Fractionation Olein</i> IV 56	71
Tabel 4. 19 Inventori Tahap <i>Filtration</i> Proses <i>Fractionation Olein</i> IV 58	71
Tabel 4. 20 Inventori Unit <i>Olein</i> Buffer Tank Proses <i>Fractionation Olein</i> IV 56 .	72
Tabel 4. 21 Inventori Unit <i>Olein</i> Buffer Tank Proses <i>Fractionation Olein</i> IV 58 ..	72
Tabel 4. 22 Inventori Unit <i>Stearin Melting Tank</i> Proses <i>Fractionation Olein</i> IV 56	72
Tabel 4. 23 Inventori Unit <i>Stearin Melting Tank</i> Proses <i>Fractionation Olein</i> IV 58	73
Tabel 4. 24 Hasil Karakterisasi Dampak Lingkungan pada Proses <i>Refining</i>	75
Tabel 4. 25 Karakterisasi Dampak Lingkungan untuk <i>Olein</i> pada Proses <i>Fractionation Olein</i> IV 56	77
Tabel 4. 26 Karakterisasi Dampak Lingkungan untuk <i>Stearin</i> pada Proses <i>Fractionation Olein</i> IV 56	79
Tabel 4. 27 Karakterisasi Dampak Lingkungan untuk <i>Olein</i> pada Proses <i>Fractionation Olein</i> IV 58	81
Tabel 4. 28 Karakterisasi Dampak Lingkungan untuk <i>Stearin</i> pada Proses <i>Fractionation Olein</i> IV 58	83
Tabel 4. 29 Hasil Normalisasi Dampak Lingkungan pada Proses <i>Refining</i>	86
Tabel 4. 30 Peringkat Hasil Normalisasi Dampak Lingkungan Proses <i>Refining</i> .	87
Tabel 4. 31 Hasil Normalisasi Dampak Lingkungan untuk <i>Olein</i> pada Proses <i>Fractionation Olein</i> IV 56	88
Tabel 4. 32 Peringkat Hasil Normalisasi Dampak Lingkungan untuk <i>Olein</i> pada Proses <i>Fractionation Olein</i> IV 56	89

Tabel 4. 33 Hasil Normalisasi Dampak Lingkungan untuk <i>Stearin</i> pada Proses <i>Fractionation Olein IV 56</i>	90
Tabel 4. 34 Peringkat Hasil Normalisasi Dampak Lingkungan untuk <i>Stearin</i> pada Proses <i>Fractionation Olein IV 56</i>	91
Tabel 4. 35 Hasil Normalisasi Dampak Lingkungan untuk <i>Olein</i> pada Proses <i>Fractionation Olein IV 58</i>	92
Tabel 4. 36 Peringkat Hasil Normalisasi Dampak Lingkungan untuk <i>Olein</i> pada Proses <i>Fractionation Olein IV 58</i>	93
Tabel 4. 37 Normalisasi Dampak Lingkungan untuk <i>Stearin</i> pada Proses <i>Fractionation Olein IV 58</i>	94
Tabel 4. 38 Peringkat Hasil Normalisasi Dampak Lingkungan untuk <i>Stearin</i> pada Proses <i>Fractionation Olein IV 58</i>	95
Tabel 4. 39 Persentase Karakterisasi Dampak Lingkungan pada Proses <i>Refining</i>	97
Tabel 4. 40 Persentase Karakterisasi Dampak Lingkungan untuk <i>Olein</i> pada Proses <i>Fractionation Olein IV 56</i>	99
Tabel 4. 41 Persentase Karakterisasi Dampak Lingkungan untuk <i>Stearin</i> pada Proses <i>Fractionation Olein IV 56</i>	100
Tabel 4. 42 Persentase Karakterisasi Dampak Lingkungan untuk <i>Olein</i> pada Proses <i>Fractionation Olein IV 58</i>	102
Tabel 4. 43 Persentase Karakterisasi Dampak Lingkungan untuk <i>Stearin</i> pada Proses <i>Fractionation Olein IV 58</i>	104
Tabel 4. 44 Completeness Check Proses Refining dan Proses <i>Fractionation Olein IV 56 & IV 58</i>	106
Tabel 4. 45 Hasil <i>Sensitivity Check</i> pada Proses <i>Refining</i>	107

Tabel 4. 46 Hasil pada Proses <i>Fractionation Olein</i> IV 56 untuk Unit Fungsional 1 Ton <i>Olein</i>	108
Tabel 4. 47 Hasil pada Proses <i>Fractionation Olein</i> IV 56 untuk Unit Fungsional 1 Ton <i>Stearin</i>	109
Tabel 4. 48 Hasil pada Proses <i>Fractionation Olein</i> IV 58 untuk Unit Fungsional 1 Ton <i>Olein</i>	110
Tabel 4. 49 Hasil pada Proses <i>Fractionation Olein</i> IV 56 untuk Unit Fungsional 1 Ton <i>Stearin</i>	111
Tabel 4. 50 <i>Consistency Check</i> Proses <i>Refining</i> dan <i>Fractionation Olein</i> IV 56 & IV 58	112

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Alir Proses <i>Refining</i> (A) <i>Physical Refining</i> (B) <i>Chemical Refining</i> (Basiron, 2005)	12
Gambar 2. 2 Diagram Alir Proses <i>Dry Fractionation</i> Minyak Kelapa Sawit (Achaw & Danso-Boateng, 2021)	17
Gambar 2. 3 Tahapan Proses filtrasi dengan sistem <i>Membrane Press Filtration</i>	19
Gambar 2. 4 Tahapan LCA (ISO 14040:2006)	21
Gambar 2. 5 Prosedur <i>Life Cycle Inventory</i> (LCI) Analysis (ISO 14044:2006)...	23
Gambar 2. 6 Elemen-Elemen dalam Tahap LCIA (ISO 14040:2006).....	24
Gambar 2. 7 Kategori Dampak Metode ReCiPe 2016 (Huijbregts et al., 2017) .	30
Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian.....	35
Gambar 4. 1 Diagram Alir Proses <i>Refining</i> PT Guthrie International Pulau Laut Refinery.....	46
Gambar 4. 2 Diagram Alir Proses <i>Fractionation</i> PT Guthrie International Pulau Laut Refinery	50
Gambar 4. 3 <i>Material Balance</i> Proses <i>Refining</i>	66
Gambar 4. 4 <i>Material Balance</i> Proses <i>Fractionation</i>	69
Gambar 4. 5 Grafik Karakterisasi Dampak Lingkungan pada Proses <i>Refining</i> ..	76
Gambar 4. 6 Grafik Karakterisasi Dampak Lingkungan untuk <i>Olein</i> pada Proses <i>Fractionation Olein IV 56</i>	78
Gambar 4. 7 Grafik Karakterisasi Dampak Lingkungan untuk <i>Stearin</i> pada Proses <i>Fractionation Olein IV 56</i>	80
Gambar 4. 8 Grafik Karakterisasi Dampak Lingkungan untuk <i>Olein</i> pada Proses <i>Fractionation Olein IV 58</i>	82

Gambar 4. 9 Grafik Karakterisasi Dampak Lingkungan untuk <i>Stearin</i> pada Proses <i>Fractionation Olein IV 58</i>	84
Gambar 4. 10 Grafik Hasil Normalisasi Dampak Lingkungan pada Proses <i>Refining</i>	87
Gambar 4. 11 Grafik Hasil Normalisasi Dampak Lingkungan untuk <i>Olein</i> pada Proses <i>Fractionation Olein IV 56</i>	89
Gambar 4. 12 Grafik Hasil Normalisasi Dampak Lingkungan untuk <i>Stearin</i> pada Proses <i>Fractionation Olein IV 56</i>	91
Gambar 4. 13 Grafik Hasil Normalisasi Dampak Lingkungan untuk <i>Olein</i> pada Proses <i>Fractionation Olein IV 58</i>	93
Gambar 4. 14 Grafik Normalisasi Dampak Lingkungan untuk <i>Stearin</i> pada Proses <i>Fractionation Olein IV 58</i>	95
Gambar 4. 15 Kontributor Dampak <i>Human Carcinogenic Toxicity</i> dari Tahap <i>Degumming</i> Pada Proses <i>Refining</i>	98
Gambar 4. 16 Kontributor Dampak <i>Human Carcinogenic Toxicity</i> dari Tahap <i>Crystallizing</i> pada Proses <i>Fractionation Olein IV 56</i> untuk Produksi <i>Olein</i>	100
Gambar 4. 17 Kontributor Dampak <i>Human Carcinogenic Toxicity</i> dari Unit <i>Stearin Melting Tank</i> pada Proses <i>Fractionation Olein IV 56</i> untuk Produksi <i>Stearin</i> ...	102
Gambar 4. 18 Kontributor Dampak <i>Human Carcinogenic Toxicity</i> dari Tahap <i>Crystallization</i> pada Proses <i>Fractionation Olein IV 58</i> untuk Produksi <i>Olein</i>	104
Gambar 4. 19 Kontributor Dampak <i>Human Carcinogenic Toxicity</i> dari Unit <i>Stearin Melting Tank</i> pada Proses <i>Fractionation Olein IV 58</i> untuk Produksi <i>Stearin</i> ...	106