

**ANALISIS EMISI GAS RUMAH KACA PADA INDUSTRI KELAPA SAWIT
DENGAN SKENARIO INSTALASI *METHANE CAPTURE***

TUGAS AKHIR



**PRIMAZAHRA AGYA ZAENAL MUTAQIN
1152005010**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA
2019**

**ANALISIS EMISI GAS RUMAH KACA PADA INDUSTRI KELAPA SAWIT
DENGAN SKENARIO INSTALASI *METHANE CAPTURE***

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Lingkungan



**PRIMAZAHRA AGYA ZAENAL MUTAQIN
1152005010**

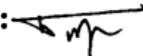
**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA
2019**

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 : Primazahra Agya Zaenal Mutaqin

NIM : 1152005010

Tanda Tangan : 

Tanggal : 22 Agustus 2019

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Primazahra Agya Zaenal Mutaqin

NIM : 1152005010

Program Studi : Teknik Lingkungan

Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer

Judul TA : Analisis Emisi Gas Rumah Kaca pada Industri Kelapa Sawit dengan Skenario Instalasi *Methane Capture*.

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

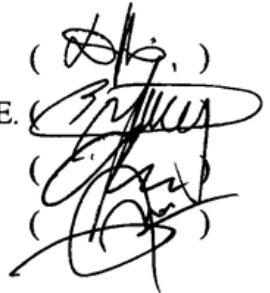
DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1 : Deffi Ayu Puspito Sari , S.TP., M.Agr., Ph.D.

Pembimbing 2 : Assoc. Prof. Dr. Edy Herianto Majlan, AMIChemE.

Penguji 1 : Aqil Azizi, Ph.D.

Penguji 2 : Sirin Fairus, S.TP., M.T.



Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 22 Agustus 2019

UNGKAPAN TERIMA KASIH

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat melakukan penyusunan Tugas Akhir ini sebagai salah satu prasyarat dalam menyelesaikan Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Bakrie. Pada laporan Tugas Akhir ini penulis membahas mengenai Analisis Emisi Gas Rumah Kaca pada Industri Kelapa Sawit dengan Skenario Instalasi *Methane Capture*.

Pada proses penyusunannya proposal tugas akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua, Lia Nurfilaeli, S.Pd., M.Pd. dan Drs. Ahmad Agus serta kakak dan adik-adik yang selalu mendukung dan mendoakan penulis.
2. Ibu Deffi Ayu Puspito Sari, S.TP., M.Agr., Ph.D. selaku Pembimbing I yang selalu membimbing dan memberi masukan kepada penulis.
3. Bapak Assoc. Prof. Dr. Edy Herianto Majlan, AMIChemE. selaku Pembimbing II yang selalu memberi masukan kepada penulis.
4. Ibu Prisma Nursetyowati, S.T., M.T. selaku Pembimbing Akademik yang selalu membimbing dan mendukung penulis sejak awal masa perkuliahan hingga akhir masa perkuliahan.
5. Bapak Aqil Azizi, Ph.D. selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Lingkungan Universitas Bakrie atas dukungannya kepada penulis.
6. Ibu Sirin Fairus, S.TP., M.T., Bapak Diki Surya Irawan, S.T., M.Si., dan Ibu Sandra Madonna, S.Si., M.T. selaku Dosen Teknik Lingkungan Universitas Bakrie atas segala ilmu yang telah diberikan.
7. Mas Erdy Poernomo selaku Staf Teknik Lingkungan yang membantu penulis dalam pengurusan surat dalam pelaksanaan tugas akhir.
8. Bapak Andi W. Setianto selaku Direktur PT. Bakrie Sumatera Plantation yang telah mengizinkan tim penelitian untuk mengambil data.
9. Bapak Rian Alisjahbana selaku CEO PT. Bio Nusantara Teknologi yang telah mengizinkan tim penelitian untuk mengambil data.

10. Bapak Sumantri selaku *HR Area Head* PT. Bakrie Sumatera Plantation yang telah mengizinkan tim penelitian untuk mengambil data dan tinggal di Kisaran.
11. Bapak Andi dan Ibu Ade selaku Asst. dan Staf PT. Bakrie Sumatera Plantation yang membantu tim penelitian dalam memperoleh data.
12. Bapak Fery Gunawan selaku Asst. Lingkungan Hidup PT. Bio Nusantara Teknologi yang membantu tim penelitian dalam memperoleh data.
13. Kak Risti dan Kak Dessy yang telah membantu penulis dalam banyak hal terkait penelitian ini.
14. Teman-teman penulis Teknik Lingkungan 2015 yaitu: Afni, Agha, Akbar, Alfi, Amel, Chika, Cika, Debi, Dzalika, Didil, Elma, Kiah, Kiki, Malika, Naufal, Reres, Syifa, Ulfa, Uus, Vier, Wulan, dan Yudas yang memberikan motivasi kepada penulis.
15. Teman-teman Kontrakan Berprestasi yaitu: Malika, Bagus, Alvin, Fiki, Rifqi Ben, Riki, Aris, Arven dan Dani yang telah memberi dukungan.
16. Teman-teman KMPA Wicaktala Wrestitpatha, Anggana Prasthi dan Baksya Cantigi yang memberi semangat kepada penulis.
17. Senior dan junior Keluarga Mahasiswa Teknik Lingkungan Universitas Bakrie (KMTL-UB) atas segala dukungannya.
18. Semua pihak yang turut membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa masih ada kekurangan baik dalam penyusunan maupun penulisan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan di masa yang akan datang. Penulis juga mengharapkan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi diri sendiri khususnya dan bagi para pembaca umumnya.

Jakarta, Agustus 2019

Primazahra Agya Zaenal Mutaqin

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

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

Nama : Primazahra Agya Zaenal Mutaqin

NIM : 1152005010

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 EMISI GAS RUMAH KACA PADA INDUSTRI KELAPA SAWIT DENGAN SKENARIO INSTALASI METHANE CAPTURE

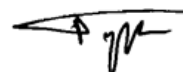
berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 22 Agustus 2019

Yang Menyatakan



Primazahra Agya Zaenal Mutaqin

ANALISIS EMISI GAS RUMAH KACA PADA INDUSTRI KELAPA SAWIT DENGAN SKENARIO INSTALASI *METHANE CAPTURE*

Primazahra Agya Zaenal Mutaqin

ABSTRAK

Industri kelapa sawit menghasilkan emisi gas rumah kaca seperti karbon dioksida (CO₂), gas metana (CH₄), dinitrogen oksida (N₂O) dan gas lainnya melalui proses pengolahan, transportasi kendaraan dan limbah yang dihasilkan. Emisi gas rumah kaca dapat dihitung dengan metode *Intergovernmental Panel On Climate Change* (IPCC), *International Sustainability & Carbon Certification* (ISCC) dan *Indonesian Sustainability Palm Oil* (ISPO). Sumber emisi paling besar di industri kelapa sawit berasal dari *Palm Oil Mill Effluent* (POME) dan bisa ditanggulangi dengan cara menangkap gas metana yang dihasilkan. Dengan membuat skenario pengoperasian instalasi *methane capture*, emisi total yang dihasilkan akan berkurang. Pabrik kelapa sawit yang akan dihitung emisi yaitu pabrik milik asing, pabrik milik negeri dan 2 pabrik milik swasta. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan perbandingan formulasi perhitungan metode tersebut, menghitung emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dan menghitung emisi gas rumah kaca dengan skenario *instalasi methane capture*. Tiap metode memiliki variabel berbeda yang mempengaruhi hasil perhitungannya. Dari data yang terkumpul, diperoleh nilai emisi total dari tiga metode dan empat pabrik. Pengurangan emisi menggunakan metode IPCC rata-rata 94%, dengan metode ISCC rata-rata 98% dan dengan metode ISPO rata-rata 79%. Pengurangan emisi aktual PT XYZ dengan metode IPCC sebesar 84,707%.

Kata Kunci : Emisi Gas Rumah Kaca, POME, Instalasi *methane capture*, Industri Kelapa Sawit, IPCC, ISCC, ISPO

GREENHOUSE GAS EMISSION ANALYSIS IN PALM OIL MILL INDUSTRY WITH THE METHANE CAPTURE INSTALLATION SCENARIO

Primazahra Agya Zaenal Mutaqin

ABSTRACT

The palm oil industry produces greenhouse gas emissions such as carbon dioxide (CO₂), methane (CH₄), nitrous oxide (N₂O) and other gases through the processing, transportation of vehicles and waste produced. Greenhouse gas emissions can be calculated by the Intergovernmental Panel On Climate Change (IPCC), the International Sustainability & Carbon Certification (ISCC) and the Indonesian Sustainability Palm Oil (ISPO). The biggest emission source in the palm oil mill industry comes from Palm Oil Mill Effluent (POME) and can be overcome by capturing the methane. By making a scenario for the operation of the methane capture installation, the total emissions produced will be reduced. The palm oil mills that analyzed were a foreign-owned factory, a state-owned factory, and 2 privately owned factories. The purpose of this study was to determine the comparison of the formulation of the calculation method, calculate the greenhouse gas emissions produced and calculate the greenhouse gas emissions with methane capture scenario. Each method has different variables that affect the results of the calculation. From the data collected, the total emissions values obtained from three methods and four factories were obtained. Emissions reductions using the IPCC method averaged 91,15%, with the ISCC method averaged 97% and with the ISPO method averaged 79%. The actual reduction of PT XYZ by using the IPCC method is 84,707%.

Keywords : Greenhouse gas emissions, POME , *methane capture installation*, palm oil industry, IPCC, ISCC, ISPO

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
UNGKAPAN TERIMA KASIH	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR NOTASI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR GRAFIK	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB I PENDAHULUAN	23
1.1 Latar Belakang	23
1.2 Rumusan Masalah	25
1.3 Tujuan Penelitian	25
1.4 Batasan Masalah	25
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	27
2.1 Profil Perusahaan Lingkup Studi	27
2.1.1 PT XYZ	27
2.1.2 PT Bio Nusantara Teknologi	27
2.1.3 PT Bakrie Sumatera Plantation	28
2.1.4 PT ABC	28
2.2 Gas Rumah Kaca	28
2.3 Industri Kelapa Sawit	30
2.4 Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca	32
2.4.1 Metode <i>Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)</i>	32
2.4.2 Metode <i>International Sustainability and Carbon Certification (ISCC)</i>	35
2.4.3 Metode <i>Indonesian Sustainable Palm Oil (ISPO)</i>	35
2.5 POME (<i>Palm Oil Mill Effluent</i>)	35

2.5.1	Teknologi Pengolahan POME (<i>treatment</i>)	36
2.5.2	Instalasi <i>Methane Capture</i>	37
2.5.3	Proses Pembentukan Gas Metana	39
2.6	Energi Terbarukan	40
2.7	Penelitian Sebelumnya.....	40
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		44
3.1	Metode Penelitian.....	44
3.2	Diagram Alir.....	44
3.3	Pengambilan Data	45
3.4	Analisis Data.....	45
3.4.1	Metode <i>International Sustainability and Carbon Certification (ISCC)</i>	45
3.4.2	Metode <i>Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)</i>	50
3.4.3	Metode <i>Indonesian Sustainable Palm Oil (ISPO)</i>	54
BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN		55
4.1	Perhitungan Emisi Metode IPCC	55
4.1.1	Perhitungan PT. XYZ.....	55
4.1.2	Perhitungan PT. BNT	63
4.1.3	Perhitungan PT. BSP	70
4.1.4	Perhitungan PT ABC.....	79
4.2	Perhitungan Emisi Metode ISCC	87
4.2.1	Perhitungan PT. XYZ.....	87
4.2.2	Perhitungan PT BNT	96
4.2.3	Perhitungan PT BSP.....	101
4.2.4	Perhitungan PT ABC.....	107
4.3	Perhitungan Emisi Metode ISPO	113
4.3.1	Perhitungan PT XYZ.....	113
4.3.2	Perhitungan PT BNT	119
4.3.3	Perhitungan PT BSP.....	123
4.3.4	Perhitungan PT ABC.....	127
4.4	Perbandingan Metode.....	131
4.5	Rekapitulasi Hasil	134
BAB V PENUTUP		137
5.1	Simpulan	137

DAFTAR PUSTAKA.....	138
LAMPIRAN.....	142

DAFTAR NOTASI

AFOLU	: <i>Agriculture, Forestry, and Other Land Use</i>
BAU	: <i>Business as Usual</i>
Bo	: <i>Maximum Methane Producing Capacity (kgCH₄/kgCOD)</i>
BOD	: <i>Biological Oxygen Demand</i>
BPP	: <i>Biogas Power Plant</i>
CF	: <i>Calculation Factor</i>
COD	: <i>Chemical Oxygen Demand</i>
CPKO	: <i>Crude Palm Kernel Oil</i>
CPO	: <i>Crude Palm Oil</i>
CSTR	: <i>Continuous Stirred Tank Reactors</i>
EF	: <i>Emission Factor</i>
EFB	: <i>Empty Fruit Bunch</i>
EGSB	: <i>Expanded Granular Sludge Blanket Film</i>
FFA	: <i>Free Fatty Acid</i>
FFB	: <i>Fresh Fruit Bunch</i>
FQD	: <i>Fuel Quality Directive</i>
GHG	: <i>Greenhouse Gases</i>
GRK	: <i>Gas Rumah Kaca</i>
GWP	: <i>Global Warming Potential</i>
HDPE	: <i>High-Density Polyethylene</i>
IPCC	: <i>Intergovernmental Panel On Climate Change</i>
IPPU	: <i>Industrial Processes and Product Use</i>
ISCC	: <i>International Sustainability & Carbon Certification</i>
ISPO	: <i>Indonesian Sustainability Palm Oil</i>
LLDPE	: <i>Linear Low-Density Polyethylene Liners</i>
MCF	: <i>Methane Correction Factor</i>
<i>Methcap</i>	: <i>Methane Capture</i>
OLR	: <i>Organic Loading Rate</i>
PFAD	: <i>Palm Fatty Acid Distillate</i>
PK	: <i>Palm Kernel</i>

PKS	: Pabrik Kelapa Sawit
POM	: <i>Palm Oil Mill</i>
POME	: <i>Palm Oil Mill Effluent</i>
RBDPO	: <i>Refined, Bleached, Deodorized Palm Oil</i>
RED	: <i>Renewable Energy Directive</i>
TBK	: Tandan Buah Kosong
TBS	: Tandan Buah Segar
TOW	: <i>Total Organic Degradable material in Wastewater</i>
UASB	: <i>Upflow Anaerobic Sludge Blanket</i>

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Sebelumnya	40
Tabel 3. 1 Faktor Kalkulasi	49
Tabel 3. 2 Nilai Kalor	52
Tabel 4. 1 Data Perhitungan IPCC PT XYZ	55
Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan IPCC PT XYZ 2012-2013	57
Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan IPCC PT XYZ 2013-2014	58
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan IPCC PT XYZ 2014-2015	58
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan IPCC PT XYZ 2015-2016	59
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan IPCC PT XYZ 2016-2017	59
Tabel 4. 7 Rekapitulasi Perhitungan IPCC PT XYZ.....	60
Tabel 4. 8 Nilai <i>Global Warming Potential</i>	61
Tabel 4. 9 Penurunan Emisi PT XYZ.....	61
Tabel 4. 10 Tabel Penurunan Emisi (Tanpa <i>Sludge Removal</i>) PT XYZ.....	63
Tabel 4. 11 Data Perhitungan IPCC PT BNT.....	64
Tabel 4. 12 Hasil Perhitungan IPCC PT BNT 2014-2015	65
Tabel 4. 13 Hasil Perhitungan IPCC PT BNT 2015-2016	65
Tabel 4. 14 Hasil Perhitungan IPCC PT BNT 2016-2017	66
Tabel 4. 15 Rekapitulasi Perhitungan IPCC BNT.....	66
Tabel 4. 16 Hasil Perhitungan IPCC PT BNT 2014-2015 Skenario <i>MethCap</i>	68
Tabel 4. 17 Hasil Perhitungan IPCC PT BNT 2015-2016 Skenario <i>MethCap</i>	68
Tabel 4. 18 Hasil Perhitungan IPCC PT BNT 2016-2017 Skenario <i>MethCap</i>	69
Tabel 4. 19 Rekapitulasi Perhitungan IPCC BNT Skenario <i>MethCap</i>	69
Tabel 4. 20 Data Perhitungan IPCC PT BSP	70
Tabel 4. 21 Hasil Perhitungan IPCC PT BSP 2014	71
Tabel 4. 22 Hasil Perhitungan IPCC PT BSP 2015	72
Tabel 4. 23 Hasil Perhitungan IPCC PT BSP 2016	73
Tabel 4. 24 Hasil Perhitungan IPCC PT BSP 2017	73
Tabel 4. 25 Hasil Perhitungan IPCC PT BSP 2018	74
Tabel 4. 26 Rekapitulasi Perhitungan IPCC PT BSP	74

Tabel 4. 27 Hasil Perhitungan IPCC PT BSP 2014 Skenario <i>MethCap</i>	75
Tabel 4. 28 Hasil Perhitungan IPCC PT BSP 2015 Skenario <i>MethCap</i>	76
Tabel 4. 29 Hasil Perhitungan IPCC PT BSP 2016 Skenario <i>MethCap</i>	77
Tabel 4. 30 Hasil Perhitungan IPCC PT BSP 2017 Skenario <i>MethCap</i>	77
Tabel 4. 31 Hasil Perhitungan IPCC PT BSP 2018 Skenario <i>MethCap</i>	78
Tabel 4. 32 Rekapitulasi Perhitungan IPCC BSP Skenario <i>MethCap</i>	78
Tabel 4. 33 Data Perhitungan IPCC PT ABC	79
Tabel 4. 34 Hasil Perhitungan IPCC PT PN 2014	80
Tabel 4. 35 Hasil Perhitungan IPCC PT PN 2015	81
Tabel 4. 36 Hasil Perhitungan IPCC PT ABC 2016	81
Tabel 4. 37 Hasil Perhitungan IPCC PT ABC 2017	82
Tabel 4. 38 Hasil Perhitungan IPCC PT ABC 2018	82
Tabel 4. 39 Rekapitulasi Perhitungan IPCC PT ABC.....	83
Tabel 4. 40 Hasil Perhitungan IPCC PT ABC 2014 Skenario <i>MethCap</i>	84
Tabel 4. 41 Hasil Perhitungan IPCC PT ABC 2015 Skenario <i>MethCap</i>	84
Tabel 4. 42 Hasil Perhitungan IPCC PT ABC 2016 Skenario <i>MethCap</i>	85
Tabel 4. 43 Hasil Perhitungan IPCC PT ABC 2017 Skenario <i>MethCap</i>	86
Tabel 4. 44 Hasil Perhitungan IPCC PT ABC 2018 Skenario <i>MethCap</i>	86
Tabel 4. 45 Rekapitulasi Perhitungan IPCC BSP Skenario <i>MethCap</i>	87
Tabel 4. 46 Data Perhitungan PT. XYZ	87
Tabel 4. 47 Hasil Perhitungan Emisi Total PT. XYZ	89
Tabel 4. 48 Hasil Perhitungan Emisi Alokasi CPO.....	90
Tabel 4. 49 Data Perhitungan Emisi BAU PT XYZ	92
Tabel 4. 50 Hasil Perhitungan Emisi Total BAU PT XYZ.....	92
Tabel 4. 51 Hasil Perhitungan Emisi Alokasi CPO BAU PT XYZ	93
Tabel 4. 52 Hasil Perhitungan Emisi dengan Variabel Sama.....	94
Tabel 4. 53 Data Perhitungan PT BNT	96
Tabel 4. 54 Hasil Perhitungan Emisi Total PT BNT.....	97
Tabel 4. 55 Hasil Perhitungan Emisi Alokasi CPO PT BNT	98
Tabel 4. 56 Hasil Perhitungan Emisi Total PT BNT Skenario <i>MethCap</i>	99
Tabel 4. 57 Hasil Perhitungan Emisi Alokasi CPO PT BNT Skenario <i>MethCap</i>	100

Tabel 4. 58 Data Perhitungan PT BSP	101
Tabel 4. 59 Hasil Perhitungan Emisi Total PT BSP.....	102
Tabel 4. 60 Hasil Perhitungan Emisi Alokasi CPO PT BSP.....	104
Tabel 4. 61 Hasil Perhitungan Emisi Total PT BSP Skenario <i>MethCap</i>	105
Tabel 4. 62 Hasil Perhitungan Emisi Alokasi CPO PT BSP Skenario <i>MethCap</i>	106
Tabel 4. 63 Data Perhitungan PT ABC	107
Tabel 4. 64 Hasil Perhitungan Emisi Total PT ABC	108
Tabel 4. 65 Hasil Perhitungan Emisi Alokasi CPO PT ABC.....	110
Tabel 4. 66 Hasil Perhitungan Emisi Total PT ABC Skenario <i>MethCap</i>	111
Tabel 4. 67 Hasil Perhitungan Emisi Alokasi CPO PT ABC Skenario <i>MethCap</i>	112
Tabel 4. 68 Data Perhitungan Emisi ISPO PT XYZ	113
Tabel 4. 69 Hasil Perhitungan Emisi ISPO PT XYZ	115
Tabel 4. 70 Data Perhitungan Emisi ISPO PT XYZ BAU.....	117
Tabel 4. 71 Hasil Perhitungan Emisi ISPO PT XYZ BAU.....	117
Tabel 4. 72 Data Perhitungan Emisi ISPO PT BNT	119
Tabel 4. 73 Hasil Perhitungan Emisi ISPO PT BNT	120
Tabel 4. 74 Hasil Perhitungan Emisi ISPO PT BNT Skenario <i>MethCap</i>	121
Tabel 4. 75 Data Perhitungan Emisi ISPO PT BSP	123
Tabel 4. 76 Hasil Perhitungan Emisi ISPO PT BSP	124
Tabel 4. 77 Hasil Perhitungan Emisi ISPO PT BSP Skenario <i>MethCap</i>	125
Tabel 4. 78 Data Perhitungan Emisi ISPO PT ABC	127
Tabel 4. 79 Hasil Perhitungan Emisi ISPO PT ABC	129
Tabel 4. 80 Hasil Perhitungan Emisi ISPO PT ABC Skenario <i>MethCap</i>	130
Tabel 4. 84 Parameter Setiap Metode.....	133
Tabel 4. 85 Rekapitulasi Hasil Emisi Gg CO _{2e}	134
Tabel 4. 86 Rekapitulasi Hasil Emisi Skenario Gg CO _{2e}	135
Tabel 4. 87 Persentase Penurunan Emisi dengan Skenario Pengolahan <i>Methane Capture</i>	136

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2 1 Panas yang Terperangkap di Atmosfer Membutuhkan Keseimbangan Energi	30
Gambar 2 2 Diagram Alir Pabrik Kelapa Sawit	32
Gambar 2 3 Penentuan Tier Metode IPCC	34
Gambar 3 1 Diagram Alir Penelitian	44

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1 Grafik Emisi Alokasi CPO (Kg CO ₂ e/t CPO) PT XYZ.....	91
Grafik 4. 2 Grafik Emisi Alokasi CPO (Kg CO ₂ e/t CPO) BAU	94
Grafik 4. 3 Grafik Perbandingan Emisi Total Aktual dengan Skenario (kg CO ₂ e) PT BNT	101
Grafik 4. 4 Grafik Perbandingan Emisi Total Aktual dengan Skneario (kgCO ₂ e) PT BSP	107
Grafik 4. 5 Grafik Perbandingan Emisi Total Aktual dengan Skenario (kg CO ₂ e) PT ABC.....	113
Grafik 4. 6 Grafik Emisi Alokasi CPO (g CO ₂ /kg CPO) ISPO PT XYZ	116
Grafik 4. 7 Grafik Emisi Alokasi CPO (g CO ₂ /kg) BAU PT XYZ	118
Grafik 4. 8 Grafik Perbandingan Emisi Total Aktual dengan Skenario (t CO ₂ e) ISPO PT BNT	122
Grafik 4. 9 Grafik Perbandingan Emisi Aktual dengan Skenario (tCO ₂ e) ISPO PT BSP.....	127
Grafik 4. 10 Grafik Perbandingan Emisi Total Aktual dengan Skenario (tCO ₂ e) ISPO PT ABC	131

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Nilai Kalor	142
Lampiran 2 <i>Default Emission Factors for Stationary Combustion in Manufacturing Industries and Construction</i>	142
Lampiran 3 <i>Road Transport CO₂ Emission Factors and Uncertainty Ranges</i> .	143
Lampiran 4 Road Transport N ₂ O and CH ₄ Default Emission Factors and Uncertainty Ranges	144
Lampiran 5 <i>Default Emissions Factors for CH₄ and N₂O Emissions from Biological Treatment of Waste</i>	144
Lampiran 6 <i>Default MCF Values for Industrial Wastewater</i>	145
Lampiran 7 Perhitungan Emisi Metode IPCC PT XYZ 2012-2013 1A2 Manufacturing (Biomass).....	146
Lampiran 8 Perhitungan Emisi Metode IPCC PT XYZ 2012-2013 1A2 Manufacturing (Liquid).....	147
Lampiran 9 Perhitungan Emisi Metode IPCC PT XYZ 2012-2013 1A3 Transport	148
Lampiran 10 Perhitungan Emisi Metode IPCC PT XYZ 2012-2013 4D2 TOW Industrial Wastewater.....	149
Lampiran 11 Perhitungan Emisi Metode IPCC PT XYZ 2012-2013 4D2 CH ₄ EF Industrial Wastewater.....	150
Lampiran 12 Perhitungan Emisi Metode IPCC PT XYZ 2012-2013 4D2 CH ₄ Industrial Wastewater.....	151
Lampiran 13 Perhitungan Emisi Metode IPCC PT BNT 2014-2015 1A2 Manufacturing (Biomass).....	152
Lampiran 14 Perhitungan Emisi Metode IPCC PT BNT 2014-2015 1A2 Manufacturing (Liquid).....	153
Lampiran 15 Perhitungan Emisi Metode IPCC PT BNT 2014-2015 1A3 Transport	154
Lampiran 16 Perhitungan Emisi Metode IPCC PT BNT 2014-2015 4B CH ₄ Emissions	155

Lampiran 17 Perhitungan Emisi Metode IPCC PT BNT 2014-2015 4B N ₂ O Emissions	156
Lampiran 18 Perhitungan Emisi Metode IPCC PT BNT 2014-2015 4D2 TOW Industrial Wastewater.....	157
Lampiran 19 Perhitungan Emisi Metode IPCC PT BNT 2014-2015 4D2 CH ₄ EF Industrial Wastewater.....	158
Lampiran 20 Perhitungan Emisi Metode IPCC PT BNT 2014-2015 4D2 CH ₄ Industrial Wastewater.....	159
Lampiran 21 Perhitungan Emisi Metode IPCC PT BNT 2014-2015 Skenario 1A2 Manufacturing (Biomass).....	160
Lampiran 22 Perhitungan Emisi Metode IPCC PT BNT 2014-2015 Skenario 4D2 CH ₄ EF Industrial Wastewater	161
Lampiran 23 Perhitungan Emisi Metode IPCC PT BNT 2014-2015 Skenario 4D2 CH ₄ Industrial Wastewater.....	162
Lampiran 24 Perhitungan Emisi Metode IPCC PT BSP 2014 1A2 Manufacturing (Biomass).....	163
Lampiran 25 Perhitungan Emisi Metode IPCC PT BSP 2014 1A2 Manufacturing (Liquid).....	164
Lampiran 26 Perhitungan Emisi Metode IPCC PT BSP 2014 1A3 Transport	165
Lampiran 27 Perhitungan Emisi Metode IPCC PT BSP 2014 4D2 TOW Industrial Wastewater.....	166
Lampiran 28 Perhitungan Emisi Metode IPCC PT BSP 2014 4D2 CH ₄ EF Industrial Wastewater.....	167
Lampiran 29 Perhitungan Emisi Metode IPCC PT BSP 2014 4D2 CH ₄ Industrial Wastewater.....	168
Lampiran 30 Perhitungan Emisi Metode IPCC PT BSP 2014 Skenario 1A2 Manufacturing (Biomass).....	169
Lampiran 31 Perhitungan Emisi Metode IPCC PT BSP 2014 Skenario 4D2 CH ₄ EF Industrial Wastewater	170
Lampiran 32 Perhitungan Emisi Metode IPCC PT BSP 2014 Skenario 4D2 CH ₄ Industrial Wastewater.....	171

Lampiran 33 Perhitungan Emisi Metode IPCC PT ABC 2014 1A2 Manufacturing (Biomass).....	172
Lampiran 34 Perhitungan Emisi Metode IPCC PT ABC 2014 1A2 Manufacturing (Liquid).....	173
Lampiran 35 Perhitungan Emisi Metode IPCC PT ABC 2014 1A3 Transport	174
Lampiran 36 Perhitungan Emisi Metode IPCC PT ABC 2014 4D2 TOW Industrial Wastewater.....	175
Lampiran 37 Perhitungan Emisi Metode IPCC PT ABC 2014 4D2 CH ₄ EF Industrial Wastewater.....	176
Lampiran 38 Perhitungan Emisi Metode IPCC PT ABC 2014 4D2 CH ₄ Industrial Wastewater.....	177
Lampiran 39 Perhitungan Emisi Metode IPCC PT ABC 2014 Skenario 1A2 Manufacturing (Biomass).....	178
Lampiran 40 Perhitungan Emisi Metode IPCC PT ABC 2014 Skenario 4D2 CH ₄ EF Industrial Wastewater.....	179
Lampiran 41 Perhitungan Emisi Metode IPCC PT ABC 2014 Skenario 4D2 CH ₄ Industrial Wastewater.....	180
Lampiran 42 Tabel Produksi CH ₄	181
Lampiran 43 Tabel COD.....	182
Lampiran 44 Tabel Bo.....	183
Lampiran 45 Tabel EF.....	184
Lampiran 46 Tabel TOW.....	185
Lampiran 47 Tabel Emisi Sektor Limbah.....	186
Lampiran 48 Contoh Perhitungan Metode ISCC.....	187