

SKRIPSI

**ANALISIS TINGGI DAN LAJU ALIRAN CEROBONG UNTUK PENGENDALIAN EMISI
BOILER DI PT. LIFERE AGRO KAPUAS INDUSTRI KELAPA SAWIT**

Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan dalam Menyusun Skripsi pada Program Studi
Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat

Dibuat oleh:

Amita Ma'rufatul Jannah

NIM. 2010815320021

Pembimbing:

Riza Miftahul Khair, S.T., M. Eng.

NIP. 198405102024211001



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

2024

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK LINGKUNGAN

**Analisis Tinggi dan Laju Aliran Cerobong untuk Pengendalian
Emisi Boiler di PT. Lifere Agro Kapuas Industri Kelapa Sawit**

Oleh

Amita Ma'rufatul Jannah (2010815320021)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 26 Juni 2024 dan dinyatakan

L U L U S

Komite Penguji :

Ketua : Dr. Ir. Rony Riduan, S.T., M.T
NIP. 197610171999031003

Anggota 1 : Nova Annisa, S.Si., M.S
NIP. 198911282024212032

Pembimbing : Riza Miftahul Khair, S.T., M. Eng

Utaman NIP. 198405102024211001

Banjarbaru, ... 27 JUN 2024 ...

Diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,

Koordinator Program Studi
S-1 Teknik Lingkungan,

Dr. Mahmud, S.T., M.T.

NIP. 19740107 199802 1 001

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

NIP. 19780828 201212 2 001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah karya tulis asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Lambung Mangkurat.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya ataupun pendapat orang lain kecuali secara tertulis dengan jelas mencantumkan dalam daftar rujukan.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya, bukan tanggung jawab Universitas Lambung Mangkurat.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia dan menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya yang sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Banjarbaru, Juni 2024

Yang Membuat Pernyataan

Amita Ma'rufatul Jannah

NIM. 2010815320021

ABSTRAK

Industri kelapa sawit merupakan industri yang dalam proses produksinya menggunakan *boiler* dengan bahan bakar padat yang mudah diperoleh dan ekonomis seperti cangkang dan serabut kelapa sawit, dan juga menghasilkan emisi yang berasal dari cerobong *boiler* yang berpotensi pencemaran udara. Jumlah bahan bakar yang digunakan sebesar 24.346,73 ton, masing-masing bahan bakar mempunyai berat yang berbeda yaitu serabut 22.089,3 ton dan *fiber* 2.257,43 ton, dengan total massa 24.346,73 ton dan *output* massa 148.168,443 kg/tahun. Pola arah angin pada musim kemarau dominan bertiup dari arah barat ke utara dan ke timur, sedangkan untuk musim hujan pola arah angin dominan bertiup ke arah barat. Sedangkan, pola sebaran konsentrasi maksimum dengan kurun waktu 24 jam dengan konsentrasi Partikulat, SO₂, dan NO₂ di udara ambien pada titik penerima dengan ketinggian 1,5 meter dari muka tanah rata-rata memiliki konsentrasi maksimum partikulat, SO₂, dan NO₂ berturut-turut pada musim kemarau adalah 1,74 µg/m³, 1,32 µg/m³, 8,57 µg/m³, sedangkan pada musim hujan konsentrasi maksimum partikulat, SO₂, dan NO₂ berturut-turut adalah 1,80 µg/m³, 1,39 µg/m³ dan 8,90 µg/m³.

Kata Kunci: Emisi, Cerobong, Konsentrasi, dan Neraca Massa.

ABSTRACT

The palm oil industry is an industry that in its production process uses boilers using solid fuels that are easy to obtain and economical, such as palm shells and fiber, and also produces emissions from boiler chimneys which have the potential to pollute the air. The amount of fuel used was 24,346.73 tons, each fuel had a different weight, namely fiber 22,089.3 tons and fiber 2,257.43 tons, with a total mass of 24,346.73 tons and a mass output of 148,168.443 kg/year. The wind direction pattern in the dry season is dominantly blowing from west to north and east, while in the rainy season the dominant wind direction pattern is blowing to the west. Meanwhile, the maximum concentration distribution pattern over a period of 24 hours with concentrations of particulates, SO₂, and NO₂ in the ambient air at the receiving point with a height of 1.5 meters from the ground surface has an average maximum concentration of particulates, SO₂, and NO₂ respectively at the dry season is 1.74 µg/m³, 1.32 µg/m³, 8.57 µg/m³, while in the rainy season the maximum concentrations of particulates, SO₂, and NO₂ are 1.80 µg/m³, 1.39 µg/m³ and 8.90 µg/m³.

Keywords: *Emissions, Chimneys, Concentration, and Mass Balance.*

PRAKATA

Puji dan syukur Penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Penulis dapat menyusun dan menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul “**Analisis Tinggi dan Laju Aliran Cerobong untuk Pengendalian Emisi *Boiler* di PT. Lifere Agro Kapuas Industri kelapa Sawit**”. Tujuan penulisan ini adalah sebagai salah satu persyaratan dalam menyusun Skripsi pada Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat. Dalam menyusun skripsi ini, Penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan secara moril, materil serta doa yang senantiasa mengantarkan penulis dalam menyelesaikan skripsi. Semoga Allah SWT memberikan keberkahan di dunia serta tempat terbaik di akhirat kelak.
3. Bapak Riza Miftahul Khair, S.T., M,Eng. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah bersedia meluangkan waktu membimbing dan memberi masukan dalam menyusun Skripsi.
4. Dosen dan staff admin Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
5. Sahabat-sahabat yang tidak bisa saya sebutkan, terimakasih yang selalu memberikan doa, dukungan, hiburan, semangat, dan motivasi.
6. Rekan-rekan mahasiswa terutama dari program studi Teknik Lingkungan ULM atas dukungan dan kerjasamanya selama menempuh pendidikan serta penyelesaian penyusunan skripsi ini.
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu dan memberikan semangat serta dukungan kepada Penulis.
8. Terakhir, diri saya sendiri, Amita Ma'rufatul Jannah terimakasih atas segala

kerja keras dan semangatnya sehingga tidak pernah menyerah dalam mengerjakan skripsi skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan proposal ini masih memiliki kekurangan. Penulis dengan kerendahan hati mengharapkan kritik, saran, bimbingan, serta nasihat yang membangun demi kesempurnaan tulisan ini.

Banjarbaru, Juni 2024

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
PERNYATAAN	ii
ABSTRAK	iii
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR SINGKATAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Gambaran Umum PT. Lifere Agro Kapuas.....	5
2.2 Pencemaran Udara	5
2.3 Karakteristik Sumber Emisi Udara	7
2.3.1 Polutan Gas Sulfur Dioksida (SO ₂)	7
2.3.2 Polutan Gas Nitrogen Dioksida (NO ₂).....	8
2.3.3 Emisi Debu (Partikulat Matter/PM).....	9
2.4 Standar Baku Mutu.....	9
2.5 Faktor yang Mempengaruhi Persebaran Polutan.....	11
2.5.1 Stabilitas Atmosfer, <i>Windrose</i> , <i>Mixing Height</i>	11
2.5.2 Arah Angin dan Kecepatan Angin	13
2.5.3 Suhu Udara.....	14
2.5.4 Kelembaban Relatif	14
2.5.5 Tekanan Udara.....	15
2.6 Model Sebaran Polutan dari Sumber Cerobong	15
2.6.1 <i>Looping Plume</i>	17
2.6.2 <i>Fanning Plume</i>	17
2.6.3 <i>Conning Plume</i>	18

2.6.4	<i>Lofting Plume</i>	19
2.6.5	<i>Fumigating Plume</i>	19
2.6.6	Trapping Plume	20
2.7	<i>Ground Level Concentration</i>	21
2.8	Neraca Massa	21
2.9	Beban Emisi	23
2.10	<i>Screen View</i>	24
2.11	<i>AERMET DAN AERMOD</i>	24
2.12	Studi Pustaka	25
	BAB III METODE PENELITIAN	27
3.1	Kerangka Penelitian	27
3.1.1	Kerangka Penelitian	28
3.1.2	Variabel Penelitian.....	29
3.2	Alat dan Bahan Penelitian.....	29
3.2.1	Alat.....	29
3.2.2	Bahan	30
3.3	Waktu dan Tempat Penelitian.....	30
3.3.1	Teknik Pengumpulan Data.....	30
3.3.2	Analisis Data.....	31
	BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1	Neraca Massa	36
4.1.1	Neraca Massa Cerobong <i>Boiler</i>	36
4.1.2	Komposisi Massa Umpan Masuk.....	37
4.2	Laju Emisi dan Tinggi Cerobong Efektif.....	39
4.2.1	Laju Emisi	39
4.2.2	Tinggi Efektif Cerobong.....	42
4.3	Analisis Sumber Emisi	44
4.4	Analisis Data Meteorologi	46
4.4.1	Curah Hujan.....	46
4.4.2	Suhu Udara.....	48
4.4.3	Arah Angin	49
4.5	Hasil Pemodelan Sebaran pada Emisi	51
4.5.1	Pemodelan Sebaran pada Emisi Partikulat	51
4.5.2	Pemodelan Sebaran pada Emisi SO ₂	59
4.5.3	Pemodelan Sebaran pada Emisi NO ₂	67
	BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	74

5.1 Kesimpulan.....	74
5.2 Saran	75
DAFTAR RUJUKAN	76
LAMPIRAN	79
LAMPIRAN A PERHITUNGAN NERACA MASSA.....	80
LAMPIRAN B PERHITUNGAN LAJU EMISI DAN TINGGI CEROBONG EFEKTIF	85
LAMPIRAN C TABEL KONSENTRASI <i>AERMOD</i>	89
LAMPIRAN D RENCANA KEGIATAN PENELITIAN.....	94
LAMPIRAN E LISENSI APLIKASI.....	100

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Baku Mutu Udara Ambien Nasional.....	10
Tabel 2. 2 Kondisi Atmosfer dalam Berbagai Kelas Stabilitas	12
Tabel 2. 3 Penentuan Eksponen (n) berdasarkan kelas kestabilan	12
Tabel 2. 4 Studi Pustaka	26
Tabel 4. 1 Input Bahan Bakar yang Masuk.....	36
Tabel 4. 2 Komposisi Serabut dan Cangkang serta menghitung persen kadar unsur serabut (<i>fiber</i>) dan cangkang (<i>shell</i>).....	37
Tabel 4. 3 Neraca Massa Total <i>Furnace Boiler</i> pada Mei 2022-April 2023	38
Tabel 4. 4 Laju Emisi gas buang pada suatu ketinggian Cerobong.....	40
Tabel 4. 5 Kecepatan Angin disekitar Cerobong	41
Tabel 4. 6 Kepulan Asap (<i>plume rise</i>).....	42
Tabel 4. 7 Tinggi Efektif Cerobong.....	43
Tabel 4. 8 Hasil pengukuran emisi semester 2 Tahun 2022	44
Tabel 4. 9 Hasil pengukuran emisi semester 1 Tahun 2023	44
Tabel 4. 10 Hasil Perhitungan Laju Emisi untuk Tinggi Cerobong 50 m.....	45
Tabel 4. 11 Hasil Perhitungan Laju Emisi untuk Tinggi Cerobong 55 m.....	45
Tabel 4. 12 Curah Hujan rata-rata (mm) perbulan dalam 6 bulan.....	47
Tabel 4. 13 Curah Hujan rata-rata (mm) perbulan dalam 6 bulan.....	47
Tabel 4. 14 suhu (°C) udara rata-rata per-bulan dalam semester 2.....	48
Tabel 4. 15 suhu (°C) udara rata-rata per-bulan dalam semester 1.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi Sebaran Pollutan Pencemar dari Sumber Cerobong	16
Gambar 2.2 <i>Looping Plume</i>	17
Gambar 2.3 <i>Fanning Plume</i>	18
Gambar 2.4 <i>Conning Plume</i>	18
Gambar 2.5 <i>Lofting Plume</i>	19
Gambar 2.6 <i>Fumigating Plume</i>	20
Gambar 2.7 <i>Trapping Plume</i>	20
Gambar 2.8 Diagram Neraca Massa	22
Gambar 3.1 Diagram Alir Kegiatan Penelitian	28
Gambar 4.1 Diagram Alir Pembakaran.....	37
Gambar 4.2 <i>Windrose</i> Musim Kemarau.....	50
Gambar 4.3 <i>Windrose</i> Musim Hujan.....	50
Gambar 4.4 Sebaran emisi partikulat selama 24 jam pada musim kemarau untuk tinggi cerobong 50 m.	53
Gambar 4.5 Sebaran emisi partikulat selama 24 jam pada musim kemarau untuk tinggi cerobong 55 m	54
Gambar 4.6 Sebaran emisi partikulat selama 24 jam pada musim hujan untuk tinggi cerobong 50 m	55
Gambar 4.7 Sebaran emisi partikulat selama 24 jam pada musim hujan untuk tinggi cerobong 55 m	56
Gambar 4.8 Grafik Plot Emisi Partikulat selama 24 jam pada musim kemarau untuk tinggi cerobong 50 m	57
Gambar 4.9 Grafik Plot Emisi Partikulat selama 24 jam pada musim kemarau untuk tinggi cerobong 55 m	57
Gambar 4.10 Grafik Plot Emisi Partikulat selama 24 jam pada musim hujan untuk tinggi cerobong 50 m	58
Gambar 4.11 Grafik Plot Emisi Partikulat selama 24 jam pada musim hujan untuk tinggi cerobong 55 m	58
Gambar 4.12 Sebaran emisi SO ₂ selama 24 jam pada musim kemarau untuk tinggi cerobong 50 m	61
Gambar 4.13 Sebaran emisi SO ₂ selama 24 jam pada musim kemarau untuk tinggi cerobong 55 m	62
Gambar 4.14 Sebaran emisi SO ₂ selama 24 jam pada musim hujan untuk tinggi cerobong 50 m	63

Gambar 4.15 Sebaran emisi SO ₂ selama 24 jam pada musim hujan untuk tinggi cerobong 55 m.....	64
Gambar 4.16 Grafik Plot Emisi SO ₂ selama 24 jam pada musim kemarau untuk tinggi cerobong 50 m.....	65
Gambar 4.17 Grafik Plot Emisi SO ₂ selama 24 jam pada musim kemarau untuk tinggi cerobong 55 m.....	65
Gambar 4.18 Grafik Plot Emisi SO ₂ selama 24 jam pada musim hujan untuk tinggi cerobong 50 m.....	66
Gambar 4.19 Grafik Plot Emisi SO ₂ selama 24 jam pada musim hujan untuk tinggi cerobong 55 m.....	66
Gambar 4.20 Sebaran emisi NO ₂ selama 24 jam pada musim kemarau untuk tinggi cerobong 50 m.....	68
Gambar 4.21 Sebaran emisi NO ₂ selama 24 jam pada musim kemarau untuk tinggi cerobong 55 m.....	69
Gambar 4.22 Sebaran emisi NO ₂ selama 24 jam pada musim hujan untuk tinggi cerobong 50 m.....	70
Gambar 4.23 Sebaran emisi NO ₂ selama 24 jam pada musim hujan untuk tinggi cerobong 55 m.....	71
Gambar 4.24 Grafik Plot Emisi NO ₂ selama 24 jam pada musim kemarau untuk tinggi cerobong 50 m.....	72
Gambar 4.25 Grafik Plot Emisi NO ₂ selama 24 jam pada musim kemarau untuk tinggi cerobong 50 m.....	72
Gambar 4.26 Grafik Plot Emisi NO ₂ selama 24 jam pada musim hujan untuk tinggi cerobong 50 m.....	73
Gambar 4.27 Grafik Plot Emisi NO ₂ selama 24 jam pada musim hujan untuk tinggi cerobong 55 m.....	73

DAFTAR SINGKATAN

<i>AERMOD</i>	: <i>Atmospheric Emission Release Model Downwind</i>
<i>AERMET</i>	: <i>Aerosol Emission and Meteorological Environmental Transport</i>
SO ₂	: Sulfur Diosida
NO ₂	: Nitrogen Dioksida
TSP	: <i>Total Suspended Particulate</i>
GLC	: <i>Ground Level Concentration</i>
CPO	: <i>Crude Palm Oil</i>
TBS	: Tandan Buah Segar
TKKS	: Tandan Kosong Kelapa Sawit
g/s	: gram per detik
kg	: kilogram
µg/m ³	: mikrogram per kubik meter
µg/s	: mikrogram per detik
m/s	: meter per detik