

SKRIPSI

**ANALISIS POLA DAN SEBARAN SULFUR DIOKSIDA (SO₂) DAN
HIDROGEN FLORIDA (HF) DENGAN PEMODELAN DISPERSI GAUSSIAN
DARI CEROBONG INSINERATOR RSUD ULIN BANJARMASIN**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan mencapai derajat Sarjana S-1 pada
Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung
Mangkurat

Dibuat:

Gina Febryana Nurhaliza

NIM. 2010815220029

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 POLA DAN SEBARAN SO₂ DAN HF DENGAN PEMODELAN
DISPERSI GAUSSIAN DARI CEROBONG INSINERATOR RSUD ULIN
BANJARMASIN**

Oleh

Gina Febryana Nurhaliza (2010815220029)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 25 September 2024 dan dinyatakan

L U L U S

Komite Penguji :

Ketua : Dr. Ir. Rony Riduan, ST., M.T.

NIP. 197610171999031003

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

NIP. 198911282024212032

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

Utama NIP. 198405102024211001

03 OCT 2024

Banjarbaru,

Diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik

Fakultas Teknik ULM,

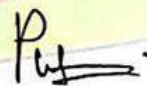
Koordinator Program Studi

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

ABSTRAK

Rumah sakit menggunakan insinerator untuk pengolahan limbah B3 yang berpotensi menghasilkan emisi dari proses operasionalnya, salah satunya yaitu emisi SO₂ dan HF. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi kondisi operasional insinerator, menganalisis nilai konsentrasi, serta memetakan arah dan pola sebaran SO₂ dan HF. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan membandingkan data spesifikasi insinerator dengan PERMEN LHK Nomor 56 Tahun 2015, selanjutnya dilakukan analisis nilai konsentrasi menggunakan pemodelan Gaussian, serta pemetaan arah dan pola sebaran menggunakan MARPLOT. Berdasarkan hasil penelitian, insinerator beroperasi sesuai dengan standar peraturan yang berlaku dan hasil pemodelan menunjukkan konsentrasi tertinggi SO₂ sebesar 1,965 mg/m³ pada *Orange Zone* periode I tahun 2021, 2022, dan 2024 serta 0,52 mg/m³ di *Yellow Zone* periode I 2024. Konsentrasi HF tertinggi yaitu 0,06 mg/m³ pada *Yellow Zone* periode I 2022. Sebaran SO₂ terjauh pada *Orange Zone* mencapai 125 meter ke arah timur, sedangkan pada *Yellow Zone* mencapai 261 meter ke arah barat laut. Sebaran HF terjauh pada *Yellow Zone* mencapai 164 meter ke arah timur. Hasil validasi model ALOHA dengan metode *Root Mean Square Percent Error* (RMSPE) untuk SO₂ dan HF memiliki nilai akurasi sebesar 9,98% (valid).

Kata Kunci: Cerobong insinerator, Sebaran emisi, Dispersi gaussian, ALOHA

ABSTRACT

Hospitals use incinerators for hazardous waste treatment that have the potential to produce emissions from the operational process, one of which is SO₂ and HF emissions. This study aims to identify the operational conditions of the incinerator, analyze the concentration value, and mapping the distribution and direction of SO₂ and HF. The method used in this research is by comparing the incinerator specification data with PERMEN LHK Number 56 of 2015, then analyzing the concentration value using Gaussian modeling, and mapping the distribution and direction using MARPLOT. Based on the results, the incinerator operates in accordance with regulatory standards and the modeling results show the highest concentrations of SO₂ was 1.965 mg/m³ in the Orange Zone in period I of 2021, 2022, and 2024 and 0.52 mg/m³ in the Yellow Zone in period I of 2024. The highest concentration of HF was 0.06 mg/m³ in the Yellow Zone period I 2022. The longest SO₂ dispersion in the Orange Zone reached 125 meters to the east, and 261 meters to the northwest in the Yellow Zone. The longest HF dispersion in the Yellow Zone reached 164 meters to the east. The validation results of the ALOHA model with the Root Mean Square Percent Error (RMSPE) method for SO₂ and HF have an accuracy value of 9.98% (valid).

Keyword: *Incinerator stack, Emission dispersion, Gaussian dispersion, ALOHA.*

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Analisis Pola dan Sebaran SO₂ dan HF dengan Pemodelan Dispersi Gaussian dari Cerobong Insinerator RSUD Ulin Banjarmasin”**. Tujuan penulisan ini adalah sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi di Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat. Dalam penyusunan skripsi, penulis ingin menyampaikan banyak terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua, terima kasih karena telah memberikan kepercayaan penuh kepada penulis untuk melanjutkan kuliah di kota tanpa satupun keluarga dan kerabat, terima kasih karena tidak pernah memberikan tekanan kepada penulis, serta terima kasih untuk semua cinta, doa, dukungan dan semangat kepada penulis dari awal berkuliah hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi.
2. Bapak Riza Miftahul Khair, S.T., M.Eng selaku dosen pembimbing skripsi yang selalu merespon dengan cepat dan telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan memberi masukan kepada penulis.
3. Dosen penguji yang sudah bersedia meluangkan waktunya untuk penulis, serta memberikan masukan dan saran kepada penulis.
4. Kakak saya dan seluruh keluarga, yang selalu memberikan doa dan terima kasih karena selalu menanyakan kabar penulis.
5. Aurelia Monica Sari, sahabat yang sudah seperti keluarga bagi penulis yang kebaikan dan bantuannya tidak dapat disebutkan satu per satu, terima kasih banyak.
6. Aurelia Fitri, Lubna Al-Habsyi, Erma Anggriani, Yusari Ridhayah, Ryo Medyantoro, Ziadatul Mawaddah, Nia Amelia, Bimbim Saputra, Mutea Putri Dwiyanto, yaitu orang-orang baik yang membersamai penulis dari awal hingga akhir perkuliahan, yang selalu memberikan pertolongan kepada penulis.
7. Teman kecil penulis, Nur Aliza Zuhriyah yang masih setia hingga saat ini, juga Alya, Pia, Rahma, Irda dan semua teman-teman lama penulis yang selalu memberikan doa baiknya kepada penulis.

8. Teman-teman angkatan 2020 yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah memberikan bantuan, dukungan dan kerjasama dari awal perkuliahan hingga selesai penyusunan skripsi ini.
9. Terakhir untuk penulis sendiri, Gina Febryana Nurhaliza.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Untuk itu, penulis mengharapkan kritik, saran, serta nasihat yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini.

Banjarbaru, 22 September 2024

Gina Febryana Nurhaliza

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK.....	iii
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR SINGKATAN	xii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Gambaran Umum Wilayah Rumah Sakit Umum Daerah Ulin Banjarmasin.....	5
2.2 Konsentrasi Gas Sulfur Dioksida (SO ₂)	5
2.3 Konsentrasi Hidrogen Fluorida (HF)	6
2.4 Insinerator Limbah B3 sebagai Sumber Konsentrasi Emisi	7
2.5 Baku Mutu Udara Ambien	8
2.6 Faktor – Faktor Meteorologi yang Mempengaruhi Persebaran Polutan .	9
2.6.1 Tutupan Awan	10
2.6.2 Stabilitas Atmosfer.....	10
2.6.3 Temperatur dan Kelembaban Udara	13
2.6.4 Tekanan Udara	14
2.6.5 Kecepatan dan Arah Angin.....	14
2.6.6 Presipitasi	14
2.6.7 Radiasi Matahari.....	15
2.6.8 Plume Rise	15
2.6.9 Topografi dan Kontur	16

2.6.10	Building Downwash Effect.....	17
2.7	Dispersi Polutan Udara	18
2.7.1	<i>Looping Plume</i>	18
2.7.2	<i>Fanning Plume</i>	19
2.7.3	<i>Conning Plume</i>	19
2.7.4	<i>Lofting Plume</i>	20
2.7.5	<i>Fumigating Plume</i>	21
2.7.6	<i>Trapping Plumes</i>	21
2.8	Model Sebaran Polutan Pencemar Udara dari Sumber Cerobong	22
2.9	Model ALOHA (<i>Areal Locations Of Hazardous Atmospheres</i>)	23
2.10	<i>Windrose</i>	24
2.11	Uji Validitas Model	25
2.12	Studi Pustaka	26
III.	METODE PENELITIAN.....	28
3.1	Kerangka Penelitian	28
3.2	Rancangan Penelitian	29
3.3	Waktu dan Tempat Penelitian.....	29
3.4	Bahan dan Peralatan Penelitian	29
3.5	Prosedur Penelitian dan Teknik Pengumpulan Data	30
3.5.1	Prosedur Penelitian	30
3.5.2	Teknik Pengumpulan Data	30
3.6	Analisis Data.....	31
3.6.1	Identifikasi Kondisi Operasional Insinerator RSUD Ulin Banjarmasin. 31	
3.6.2	Nilai Konsentrasi Emisi SO ₂ dan HF dari Cerobong Insinerator	32
3.6.3	Arah dan Pola Sebaran Emisi SO ₂ dan HF dari Cerobong Insinerator	33
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1	Kondisi Operasional Insinerator Limbah B3 RSUD Ulin Banjarmasin .. 34	
4.1.1	Efisiensi Pembakaran.....	35
4.1.2	Waktu Tinggal	35
4.1.3	Alat Pengendalian Pencemaran Udara	36

4.1.4	Opasitas Cerobong.....	36
4.2	Analisis Nilai Konsentrasi Sebaran Emisi SO ₂ dan HF dari Cerobong Insinerator.....	37
4.2.1	Laju Emisi	37
4.2.2	Hasil Windrose.....	39
4.2.3	Nilai Konsentrasi Emisi SO ₂ dan HF dari Cerobong Insinerator.....	40
4.3	Analisis Arah dan Pola Sebaran Emisi SO ₂ dan HF dari Cerobong Insinerator.....	43
4.3.1	Parameter SO ₂	44
4.3.2	Parameter HF	55
4.3.3	Uji Validitas Model	66
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	68
5.1	Kesimpulan.....	68
5.2	Saran	69
	DAFTAR RUJUKAN	70
	LAMPIRAN	72

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Baku Mutu Emisi Pengolahan Limbah B3 Dengan Cara Termal Melalui Insinerasi.....	9
Tabel 2. 2 Klasifikasi Stabilitas Atmosfer pada Waktu Siang Hari.....	12
Tabel 2. 3 Klasifikasi Stabilitas Atmosfer pada Waktu Malam Hari.....	13
Tabel 4. 1 Spesifikasi Insinerator RSUD Ulin Banjarmasin.....	34
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Emisi dari Cerobong Insinerator.....	34
Tabel 4. 3 Laju Aliran Gas Buang	38
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Laju Emisi.....	39
Tabel 4. 5 Hasil <i>Windrose</i>	40
Tabel 4. 6 Hasil Konsentrasi Emisi SO ₂	40
Tabel 4. 7 Hasil Konsentrasi Emisi HF	41
Tabel 4. 8 Uji Validasi Model.....	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Plume Rise.....	16
Gambar 2. 2 Ilustrasi Penyebaran Polutan dengan Jarak Dekat Antar Bangunan	17
Gambar 2. 3 Ilustrasi Penyebaran Polutan dengan Jarak Jauh Antar Bangunan	18
Gambar 2. 4 Looping Plume.....	18
Gambar 2. 5 Fanning Plume.....	19
Gambar 2. 6 Conning Plume	20
Gambar 2. 7 Lofting Plume	20
Gambar 2. 8 Fumigating Plume.....	21
Gambar 2. 9 Trapping Plume.....	22
Gambar 2. 10 Ilustrasi Sebaran Polutan Pencemar Dari Sumber Cerobong.....	23
Gambar 2.11 Contoh Windrose	28
Gambar 4.1 Sebaran SO ₂ Periode 1 2021	48
Gambar 4.2 Sebaran SO ₂ Periode 2 2021	48
Gambar 4.3 Sebaran SO ₂ Periode 1 2022	49
Gambar 4.4 Sebaran SO ₂ Periode 2 2022	49
Gambar 4.5 Sebaran SO ₂ Periode 1 2023	50
Gambar 4.6 Sebaran SO ₂ Periode 2 2023	50
Gambar 4.7 Sebaran SO ₂ Periode 1 2024	51
Gambar 4.8 Sebaran HF Periode 1 2021	52
Gambar 4.9 Sebaran HF Periode 2 2021	52
Gambar 4.10 Sebaran HF Periode 1 2022	53
Gambar 4.11 Sebaran HF Periode 2 2022	53
Gambar 4.12 Sebaran HF Periode 1 2023	54
Gambar 4.13 Sebaran HF Periode 2 2023	54
Gambar 4.14 Sebaran HF Periode 1 2024	54

DAFTAR SINGKATAN

SO ₂	:	Sulfur Dioksida
HF	:	Hidrogen Florida
Limbah B3	:	Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun
WRPLOT	:	<i>Wind Rose Plot</i>
ALOHA	:	<i>Areal Locations of Hazardous Atmospheres</i>
MARPLOT	:	<i>Mapping Applications for Response, Planning, and Local Operational Tasks</i>
EP	:	Efisiensi Pembakaran
RMPSE	:	<i>Root Mean Square Percent Error</i>