

**MODIFIKASI FILTRASI EMISI INCINERATOR TYPE KONTINYU SLI-05
DI BANDARA SOEKARNO-HATTA**



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2021

LAPORAN TUGAS AKHIR

MODIFIKASI FILTRASI EMISI INCINERATOR TYPE KONTINYU SLI-05
DI BANDARA SOEKARNO-HATTA



Disusun oleh:

Nama : Adam Maret Vaura
NIM : 4130123456
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
JANUARI 2021

HALAMAN PENGESAHAN

**MODIFIKASI FILTRASI EMISI INCINERATOR TYPE KONTINYU SLI-05
DI BANDARA SOEKARNO-HATTA**



Disusun oleh:

Nama : Adam Maret Vaura
NIM : 41315120088
Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing
Pada tanggal: 26 Januari 2021

Mengetahui

Dosen Pembimbing

Dr. Nanang Ruhyat, MT.
NIP. 101730256

Koordinator Tugas Akhir



Alief Avicenna Luthfie, ST., M. Eng
NIP. 216910097

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Adam Maret Vaura

NIM : 41315120088

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Kerja Praktik : Modifikasi Filtrasi Emisi Incinerator Type Kontinyu
SLI-05 Di Bandara Soekarno-Hatta

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan in saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Jakarta, 26 Januari 2021

UNIVERSI
MERCU BUANA



Adam Maret Vaura

PENGHARGAAN

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat, rahmat, dan karunia-Nya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Judul skripsi yang ditulis adalah “Modifikasi Filtrasi Emisi Incinerator Type Kontinyu SLI-05 Di Bandara Soekarno-Hatta”.

Dalam penulisan dan penyusunan skripsi ini juga, penulis juga ingin menyampaikan rasa terima kasih atas bantuan, dan bimbingan kepada:

1. Bapak Dr. Nanang Ruhyat, MT. selaku dosen pembimbing atas bimbingan dan arahan yang telah diberikan kepada penulis.
2. Bapak Alief Avicenna Luthfie, ST., M. Eng yang telah banyak memberikan bantuan serta saran kepada penulis selaku ketua sidang dan koordinator tugas akhir.
3. Bapak Andi Firdaus Sudarma, ST., M.Sc.& Bapak Ir. Dadang Suhendra P, MT selaku dosen penguji yang telah memberikan saran, kritik, serta arahan kepada penulis dalam melakukan penulisan tugas akhir.
4. Ayah, Ibu, dan adik tercinta atas segala doa, motivasi, dan kasih sayangnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Teman-teman teknik sanitasi PT Angkasa Pura II yang telah membantu dan memberikan saran kepada penulis selama penelitian dan penulisan tugas akhir.
6. Teman-teman Keluarga Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang telah membantu dan memberikan saran kepada penulis selama penelitian dan penulisan skripsi.

Penulis menyadari dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak kekurangan, dikarenakan keterbatasan kemampuan, dan pengetahuan penulis. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak untuk penyempurnaan dan perbaikan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua orang.

Penulis

Adam Maret Vaura

ABSTRAK

Bandara Soekarno-Hatta melakukan kegiatan pemusnahan limbah padat / B3 secara termal dengan menggunakan incinerator. Incinerator yang dimiliki bandara Soekarno-Hatta tidak memiliki pengendalian pencemaran udara berupa wet scrubber serta tinggi cerobong dibawah 14 meter. Sedangkan menurut peraturan, kriteria incinerator yang telah ditetapkan oleh peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor: P.56/Menlhk-Setjen/2015 yaitu tinggi cerobong minimal 14 meter dan harus memiliki pengendalian pencemaran udara berupa wet scrubber atau sejenisnya serta hasil uji emisi menurut peraturan Menlhk Nomor: P.70/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 kandungan polutan sebesar SO_2 : 210 mg/m³, CO: 625 mg/m³, NO_x 470 mg/m³ yang merupakan syarat izin operasi pemusnahan limbah B3 dengan incinerator. Hasil dari pengujian emisi incinerator dengan flue gas analyzer sebesar SO_2 : 103,492 mg/m³, CO: 889,303 mg/m³, NO_x :184 mg/m³ serta opacity incinerator secara visual 90%-100%. Dari hasil test menunjukan bahwa ada kandungan emisi ada yang melebihi baku mutu yang telah ditetapkan Menlhk sehingga memiliki efek negatif pencemaran udara di wilayah bandara Soekarno-Hatta. Untuk itu perlu modifikasi incinerator untuk memenuhi baku mutu serta kriteria incinerator yang telah ditetapkan oleh MenLHK serta mengurangi dampak negatif terkait emisi incinerator tersebut.

Kata kunci: Limbah, Incinerator, Peraturan, Baku mutu, Modifikasi.



**MODIFICATION OF EMISSION FILTRATION INCINERATOR TYPE
KONTINYU SLI-05
AT SOEKARNO-HATTA AIRPORT**

ABSTRACT

Soekarno-Hatta Airport carries out activities to destroy solid waste / B3 thermally by using an incinerator. The incinerator owned by Soekarno-Hatta airport does not have air pollution control in the form of a wet scrubber and a chimney height below 14 meters. Meanwhile, according to the regulations, the incinerator criteria that have been stipulated by the Minister of Environment Regulation Number: P.56 / Menlhk-Setjen / 2015, namely a minimum chimney height of 14 meters and must have air pollution control in the form of a wet scrubber or the like as well as the emission test results according to the Regulation of the Menlhk Number. : P.70 / Menlhk / Setjen / Kum.1 / 8/2016 is SO₂: 210 mg / m³, co: 625 mg / m³, NO_x 470 mg / m³ which is a license requirement for the operation of B3 waste destruction using an incinerator. The results of the incinerator emission test with a flue gas analyzer of SO₂: 103,492 mg / m³, co: 889,303 mg / m³, NO_x: 184 mg / m³ and the incinerator opacity visually is 90% -100%. The test results show that there are emissions that exceed the quality standards set by the Menlhk so that they have a negative effect on the surrounding environment such as particles, smoke and odors in the Soekarno-Hatta airport area. For this reason, it is necessary to modify the incinerator to meet the quality standards and incinerator criteria set by the MenLHK and reduce the negative impacts associated with the incinerator emissions.

Keywords: Waste, Incinerator, Regulation, Quality Standard, Modification

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SIMBOL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	2
1.3. TUJUAN	2
1.4. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	3
1.5. SISTEMATIKA PENULISAN	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. INCINERATOR	4
2.1.1. Primary Chamber	4
2.1.2. Secondary Chamber	5
2.2. JENIS-JENIS INCINERATOR	5
2.2.1. Incinerator Rotary Kiln	6
2.2.2. Multiple Hearth Incinerator	6
2.2.3. Fluidized Bed Incinerator	7
2.2.4. Incinerator Tipe Kontinyu Rancangan Erlanda 2013	9
2.3. KOMPONEN UTAMA INCINERATOR	10
2.3.1. Ruang Bakar Utama (tungku)	12

2.3.2.	Burner Unit	12
2.3.3.	Fuel pump	13
2.3.4.	Loading Lorry Unit	13
2.3.5.	Blower Unit	13
2.3.6.	Wet Scrubber	13
2.4.	PEMBAKARAN BIOMASSA	14
2.5.	PERPINDAHAN PANAS	17
2.5.1.	Perpindahan Panas Konduksi	17
2.5.2.	Perpindahan Panas Konveksi	18
2.5.3.	Perpindahan Panas Radiasi	19
2.6.	ABSORBER	19
2.6.1.	Jenis Absorpsi	20
2.6.2.	Packing	22
2.6.3.	Desain Absorber	23
2.7.	STANDAR BAKU MUTU EMISI UDARA	30
BAB III METODELOGI PENELITIAN		31
3.1.	DIAGRAM ALIR	31
3.2.	ALAT DAN BAHAN	32
3.3.	PRINSIP KERJA INCINERATOR AWAL	34
3.4.	PENGAMBILAN DATA	34
3.5.	HASIL UJI INCINERATOR AWAL	35
3.5.1.	Spesifikasi Teknis Unit Incinerator	36
3.6.	PERANCANGAN MODIFIKASI INCINERATOR	36
3.7.	WAKTU DAN LOKASI PENELITIAN	38
3.8.	PENENTUAN RANCANGAN MODIFIKASI INCINERATOR	38
3.9.	INSTALASI MODIFIKASI	49

3.9.1. Spesifikasi Teknis Incinerator Modifikasi	50
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	52
4.1. HASIL UJI KINERJA ALAT	52
4.2. HASIL UJI EMISI INCINERATOR	54
4.3. PERBANDINGAN TEMPERATUR	57
4.4. SISA ABU HASIL PEMBAKARAN	59
BAB V PENUTUP	61
5.1. KESIMPULAN	61
5.2. SARAN	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	66
LAMPIRAN 1. GAMBAR INCINERATOR SEBELUM MODIFIKASI	66
LAMPIRAN 2. GAMBAR INCINERATOR MODIFIKASI	67
LAMPIRAN 3. HASIL UJI EMISI INCINERATOR MODIFIKASI	68
LAMPIRAN 4. KONDUKTIVITAS TERMAL BAHAN PADA FURNACE	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Incinerator Rotary Kiln	6
Gambar 2.2 Multiple Hearth Incinerator	7
Gambar 2.3 Fluidized Bed Incinerator	8
Gambar 2.4 Disain incinerator tipe kontinyu	9
Gambar 2.5 Incinerator	10
Gambar 2.6 Skema Instalasi Incinerator	11
Gambar 2.7 Aliran panas 1 dimensi melalui dinding berlapis-lapis	18
Gambar 2.8 Packed Tower	20
Gambar 2.9 Spray Tower	21
Gambar 2.10 Venturi Scrubber	21
Gambar 2.11. Keseimbangan material untuk penyerap aliran balik	23
Gambar 2.12 Diagram garis operasi tipikal	25
Gambar 2.13 Penentuan grafik laju aliran cairan	27
Gambar 2.14 flooding line	28
Gambar 3.1 Flow Chart prosedur penelitian	31
Gambar 3.2 Hasil Pengujian Incinerator Awal	35
Gambar 3.3 Flow Chart kerja perancangan modifikasi incinerator	36
Gambar 3.4 Aliran panas 1 dimensi melalui dinding berlapis-lapis	40
Gambar 3.5 Perencanaan desain wet scrubber	44
Gambar 3.6 Equilibrium diagram for SO ₂ - H ₂ O	44
Gambar 3.7 Emisivitas dari Flooding Line	47
Gambar 3.8 Instalasi modifikasi incinerator	50
Gambar 4.1 Visualisasi (a) emisi incinerator Awal (b) emisi incinerator modifikasi	55
Gambar 4.2. Standar Opacity	56
Gambar 4.3 Grafik perbandingan polutan incinerator awal dengan modifikasi	56
Gambar 4.4 Grafik perbandingan suhu incinerator	58
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Hasil Pembakaran	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Packing Data	22
Tabel 2.2 baku mutu emisi kegiatan pengolahan sampah secara termal	30
Tabel 3.1 Alat Uji Pengambilan Data	34
Tabel 3.2 Rancangan modifikasi incinerator	37
Tabel 4.1 Perbandingan kinerja incinerator awal dengan incinerator modifikasi	53
Table 4.2 Perbandingan Emisi Incinerator Awal Dengan Incinerator Modifikasi	54
Tabel 4.3 Perbandingan Suhu Incinerator	57
Tabel 4.4 Persentase sisa abu yang dihasilkan	59



DAFTAR SIMBOL

W_{min}	= Kebutuhan udara minimum (m^3/kg bahan bakar)
C	= Kandungan karbon dalam bahan bakar (%)
H	= Kandungan hidrogen dalam bahan bakar (%)
Bbt	= Laju pembakaran (kg/jam)
m	= Bobot bahan bakar (kg)
t	= Waktu pembakaran (kg/jam).
Q_{ud}	= Debit udara (m^3/jam)
W_{min}	= Kebutuhan udara minimum (m^3/kg bahan bakar)
Bbt	= Laju pembakaran (kg/jam)
Q	= Debit udara perancangan ($m^3/detik$)
q	= Energi panas (Watt)
σ	= Tetapan Boltzman ($5.672 \times 10^{-8} \text{ Watt/m}^2 \text{ K}^4$)
T_g	= Suhu absolut gas (K)
ϵ_g	= Emisivitas gas
A	= Luas permukaan yang menyerap panas (M^2)
\dot{m}	= laju massa bahan bakar (kg/s)
N_{kl}	= Nilai kalor bahan bakar (J/kg)
A	= Luas Lubang Cerobong (M^2)
Q_c	= Debit gas hasil pembakaran pada cerobong ($m^3/detik$)
V	= Kecepatan gas ($m/detik$)
h_d	= Tekanan udara dalam ruang pembakaran ($mm.air$)
H_c	= Tinggi Cerobong (m)
T_1	= Suhu diluar Cerobong (K)
T_2	= Suhu didalam Cerobong (K)
k	= Daya hantar konduktivitas termal ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$)
A	= Luas penampang (m^2)
ΔT	= perbedaan temperatur ($^\circ C$)
Δx	= jarak (m), diukur tegak lurus terhadap permukaan
Q_{kond}	= Laju Panas Konduksi (kJ/det) atau Watt

$Q_{radiasi}$	= Panas Radiasi (kJ/det) atau Watt
ε	= Emisivitas dari permukaan
σ	= Konstanta Stefan-Boltzmann ($5,67 \times 10^{-8} \text{W/m}^2 \cdot \text{K}^4$)
ρ_g	= massa jenis gas
ρ_l	= massa jenis cairan
g_c	= gravitasi
F	= packing factor
φ	= 1.0, rasio spesifik gravitasi pada air scrubber
μ_l	= viscosity of liquid
Z	= tinggi tower scrubber
Hog	= ketinggian unit transfer berdasarkan film gas
Nog	= jumlah unit transfer



UNIVERSITAS
MERCU BUANA