

SKRIPSI

Analisis Asap Hasil Pembakaran pada *Incinerator* Menggunakan Sabut Kelapa dalam Proses Filtrasi dengan Menggunakan Metode VDI 2221



Disusun Oleh :

Anggi Firman Fahdillah (1502619061)

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Analisa Asap Hasil Pembakaran pada
Incinerator Menggunakan Sabut Kelapa
dalam Proses Filtrasi dengan Menggunakan
Metode VDI 2221

Nama : Anggi Firman Fahdillah

NIM : 1502619061

Pembimbing 1 : Aam Amaningsih Jumhur, Ph.D.

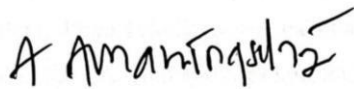
Pembimbing 2 : Rani Anggrainy , S.Pd., M.T.

Tanggal Ujian :

Disetujui Oleh

Pembimbing 1

Pembimbing 2



Aam Amaningsih Jumhur, Ph.D.

NIP. 197110162008122001



Rani Anggrainy , S.Pd., M.T.

NIP. 199201102022032005

Mengetahui,

Koordinator Program Studi

Pendidikan Teknik Mesin



Dr. Phil. Imam Mahir, M.Pd.

NIP. 198404182009121002

LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

Judul : Analisis Asap Hasil Pembakaran pada Incinerator Menggunakan Sabut Kelapa dalam Proses Filtrasi dengan Menggunakan Metode VDI 2221

Penyusun : Anggi Firman Fahdillah

NIM : 1502619061

Disetujui Oleh :

Pembimbing 1

Pembimbing 2



Aam Amaningsih Jumhur, Ph.D.

NIP. 197110162008122001



Rani Anggrainy, S.Pd., M.T.

NIP. 199201102022032005

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi :

Ketua Penguji,

Sekretaris,

Penguji Ahli



Prof. Dr. C. Rudy Prihantoro, M.Pd.

NIP. 196106041986021001



Drs. Tri Bambang AK, M.Pd.

NIP. 196412021990031002

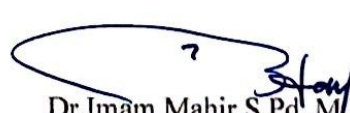


Dr. Imam Mahir, S.Pd., M.Pd.

NIP. 198404182009121002

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin



Dr. Imam Mahir, S.Pd., M.Pd.

NIP. 198404182009121002

LEMBAR PERNYATAAN

Nama : Anggi Firman Fahdillah
No. Registrasi : 1502619061
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul : Analisis Asap Hasil Pembakaran pada Incinerator Menggunakan Sabut Kelapa dalam Proses Filtrasi dengan Menggunakan Metode VDI 2221

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini merupakan Karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di Perguruan Tinggi lain.
2. Skripsi ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 26 Juni 2025

Yang Membuat Pernyataan



Anggi Firman Fahdilah

NIM. 1502619061



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220

Telepon/Faksimili: 021-4894221

Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Anggi Firman Fahdillah

NIM : 1502619061

Fakultas/Prodi : Pendidikan Teknik Mesin

Alamat email : anggif303@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul :

“Analisis Asap Hasil Pembakaran pada Incinerator Menggunakan Sabut Kelapa dalam Proses Filtrasi dengan Menggunakan Metode VDI 2221”

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara **fulltext** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 29 Juli 2025

(Anggi Firman Fahdillah)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya kami diberikan kelancaran dalam menyelesaikan penulisan penelitian dengan judul “Analisa Asap Hasil Pembakaran pada *Incinerator* Menggunakan Sabut Kelapa dalam Proses Filtrasi dengan Menggunakan Metode VDI 2221”. Penulisan ini disusun untuk memenuhi syarat kelulusan yang harus dipenuhi oleh setiap mahasiswa program studi Pendidikan Teknik Mesin di Universitas Negeri Jakarta. Dalam menyelesaikan penulisan ini penulis mendapat banyak bantuan, dukungan, saran serta kritik dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua Orang Tua yang selalu memberikan doa dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini.
2. Bapak Dr. Phil. Imam Mahir, M.Pd., selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas teknik, Universitas Negeri Jakarta.
3. Ibu Aam Amaningsih Jumhur, Ph.D., dan Ibu Rani Anggrainy , S.Pd., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah dengan sabar memberikan arahan, masukan, serta motivasi selama proses penyusunan skripsi ini. Bimbingan dan ilmu yang diberikan sangat berarti bagi penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.
4. Teman-teman Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta yang telah banyak memberikan saran, masukan, serta dukungan.
5. Seluruh pihak yang membantu dalam kelancaran berlangsungnya penelitian dan penulisan laporan secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan ini terdapat masih banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun agar lebih baik lagi dalam menyusun laporan dikemudian hari.

Jakarta, 26 Juni 2025



Anggi Firman Fahdillah

NIM. 1502619061



Analisis Asap Hasil Pembakaran pada Incinerator Menggunakan Sabut Kelapa dalam Proses Filtrasi dengan Menggunakan Metode VDI 2221

Anggi Firman Fahdillah

Dosen Pembimbing :

Aam Amaningsih Jumhur, Ph.D. dan Rani Anggrainy , S.Pd., M.T.

Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis sistem filtrasi asap hasil pembakaran limbah organik pada insinerator menggunakan media sabut kelapa dengan metode VDI 2221. Permasalahan utama dalam pembakaran limbah adalah emisi gas buang seperti karbon dioksida (CO_2) dan opasitas tinggi yang berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan. Sabut kelapa digunakan sebagai media filtrasi alternatif yang ramah lingkungan dan ekonomis. Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan desain, mulai dari klarifikasi tugas, desain konseptual, desain wujud produk, hingga desain terinci. Pengujian dilakukan dengan mengukur kadar CO_2 dan opasitas emisi dari beberapa varian desain filter, yaitu filter bambu (varian 2), sabut kelapa (varian 3), dan kombinasi keduanya (varian 4). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada menit ke-30, kadar CO_2 berhasil diturunkan dari 1,40% (varian 2) menjadi 0,20% (varian 4), sedangkan tingkat opasitas turun dari 35,40% menjadi 14,30% pada varian yang sama. Dengan demikian, kombinasi sabut kelapa dan bambu terbukti lebih efektif dibandingkan media tunggal dalam mengurangi pencemaran emisi gas buang insinerator.

Kata kunci: insinerator, sabut kelapa, bambu, filtrasi asap, VDI 2221, CO_2 , opasitas.

Smoke Analysis of Combustion Results in Incinerators Using Coconut Coir in the Filtration Process Using the VDI 2221 Method

Anggi Firman Fahdillah

Academic Advisor :

Aam Amaningsih Jumhur, Ph.D. and Rani Anggrainy , S.Pd., M.T.

Mechanical Engineering Education, Faculty of Engineering, State University of
Jakarta

ABSTRACT

This study aims to design and analyze the smoke filtration system resulting from the combustion of organic waste in an incinerator using coconut coir media using the VDI 2221 method. The main problem in waste incineration is the emission of exhaust gases such as carbon dioxide (CO₂) and high opacity which is harmful to the environment and health. Coconut coir is used as an alternative filtration medium that is environmentally friendly and economical. This research is carried out through several stages of design, ranging from task clarification, conceptual design, product form design, to detailed design. The test was carried out by measuring the CO₂ levels and emission opacity of several variants of the filter design, namely bamboo filters (variant 2), coconut coir (variant 3), and a combination of the two (variant 4). The results showed that in the 30th minute, the CO₂ level was successfully lowered from 1.40% (variant 2) to 0.20% (variant 4), while the opacity level decreased from 35.40% to 14.30% in the same variant. Thus, the combination of coconut and bamboo fiber has been proven to be more effective than a single medium in reducing incinerator exhaust emissions.

Keywords: incinerator, coconut coir, bamboo, smoke filtration, VDI 2221, CO₂, opacity.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	6
1.3 Pembatasan Masalah.....	6
1.4 Perumusan Masalah	6
1.5 Tujuan Penelitian.....	6
1.6 Manfaat Penelitian	8
BAB II KAJIAN TEORITIK.....	9
2.1 Mesin Insinerator (<i>Incinerator</i>)	9
2.2 Limbah Organik	25
2.3 Kompos.....	26
2.4 Water Sprinkler & Sprayer	28
2.5 VDI 2221	30
2.6 Filtrasi Asap dengan Media Sabut Kelapa.....	32
BAB III METODE PENELITIAN	34
3.1 Tempat dan Waktu.....	34
3.2 Alat dan Bahan.....	34
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	46
3.4 Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data	48
3.5 Teknik Analisa Data.....	49
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	51
4.1 Deskripsi Data Penelitian.....	51

4.2 Analisis Data.....	67
4.3 Pembahasan.....	75
4.4 Aplikasi dan Hasil Penelitian.....	78
4.5 Perbandingan Hasil Penelitian dengan Studi Sebelumnya.....	80
BAB V KESIMPULAN DAN REKOMENDASI.....	82
5.1 Kesimpulan	82
5.2 Saran	83
LAMPIRAN	85
DAFTAR PUSTAKA	92



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Baku Mutu Emisi.....	17
Tabel 2. 2 Parameter Gas Rumah Kaca.....	18
Tabel 2. 3 Bahan Bakar penghasil Emisi.....	20
Tabel 3. 1 Spesifikasi Awal Insenerator	45
Tabel 4. 1 Daftar Kehendak Perancangan Filtrasi pada Insinator	52
Tabel 4. 2 Prinsip solusi sub fungsi.....	54
Tabel 4. 3 Kombinasi Varian	55
Tabel 4. 4 Solusi Varian.....	57



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Insinerator Tipe Kontinyu	10
Gambar 2. 2 Insinerator Tipe Batch	10
Gambar 2. 3 Gambar Insinerator Tipe Batch	12
Gambar 3. 1 Gas Analyzer	35
Gambar 3. 2 Toolbox set	35
Gambar 3. 3 Opacity Meter	36
Gambar 3. 4 Blower	37
Gambar 3. 5 Pipa PVC $\frac{1}{2}$	38
Gambar 3. 6 <i>Sprinkler</i>	39
Gambar 3. 7 Bambu.....	40
Gambar 3. 8 Sabut Kelapa.....	41
Gambar 3. 9 Plat baja bolong	42
Gambar 3. 10 Sampah Organik	43
Gambar 3. 11 Insinerator	45
Gambar 3. 12 Alur Penelitian	46
Gambar 3. 13 Teknik & Pengumpulan Data	48
Gambar 4. 1 Design Filtrasi Bambu	59
Gambar 4. 2 Design Filtrasi Sabut Kelapa	59
Gambar 4. 3 Design Filtrasi Kombinasi	60
Gambar 4. 4 Diagram Hasil Pengujian Varian 2.....	61
Gambar 4. 5 Diagram Hasil Pengujian Varian 3.....	63
Gambar 4. 6 Diagram Hasil Pengujian Varian 4.....	65
Gambar 4. 7 Grafik Hasil Analisis Kadar CO ₂	69
Gambar 4. 8 Grafik Hasil Analisis Kadar Opasitas.....	74

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi produk yang dihasilkan.....	85
Lampiran 2 Gambar Teknik	86
Lampiran 3 Data-Data Perhitungan.....	89
Lampiran 4 Dokumentasi Pendukung	91

