

TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DESAIN NOZZLE BURNER DENGAN MATERIAL COATING KERAMIK UNTUK MENGURANGI LAJU EROSI



Disusun Oleh :

NOVAL AAGYM RAHMADANI
1422100049

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2025

TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DESAIN NOZZLE BURNER DENGAN MATERIAL COATING KERAMIK UNTUK MENGURANGI LAJU EROSI



Disusun Oleh :

NOVAL AAGYM RAHMADANI
1422100049

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

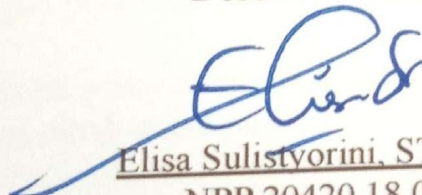
2025

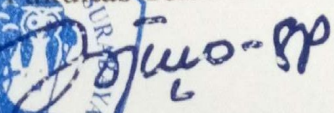
**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

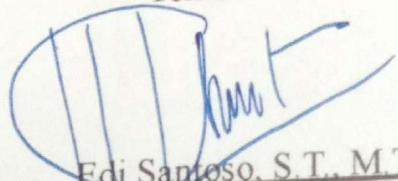
LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : Noval Aagym Rahmadani
NBI : 1422100049
PROGRAM STUDI : Teknik Mesin
FAKULTAS : Teknik
JUDUL : MODIFIKASI DESAIN *NOZZLE BURNER*
DENGAN MATERIAL *COATING* KERAMIK
UNTUK MENGURANGI LAJU EROSI

Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing


Elisa Sulistyvorini, ST., M. T.,
NPP 20420.18.0792


Dekan
Fakultas Teknik

Dr. Ir. Satrio M. Kes., IPU., ASEAN Eng.
NPP. 20410.90.0197

Ketua Program Studi
Teknik Mesin

Edi Santoso, S.T., M.T.
NPP. 20420.96.0485

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Noval Aagym Rahmadani
NIM : 1422100049
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi/tugas akhir dengan judul

“MODIFIKASI DESAIN *NOZZLE BURNER* DENGAN MATERIAL
COATING KERAMIK UNTUK MENGURANGI LAJU EROSI”

adalah hasil karya saya sendiri. Skripsi/tugas akhir ini tidak mengandung karya orang lain yang telah dipublikasikan atau ditulis sebelumnya, kecuali sebagaimana yang telah disebutkan dalam daftar pustaka dan sumber kutipan. Saya bertanggung jawab sepenuhnya atas keaslian isi skripsi/tugas akhir ini. Jika di kemudian hari ditemukan bukti bahwa skripsi/tugas akhir ini mengandung unsur plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan tanpa paksaan dari pihak mana pun.

Surabaya, 17 Juli 2025

Yang membuat pernyataan,



Noval Aagym Rahmadani

NIM: 1422100049



UNIVERSITAS
AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN
Jl. SEMOLOWARU 45 SURABAYA
TELP 031 593 1800 (Ext. 311) e-mail
perpus@untag-sby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Civitas Akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Noval Aagym Rahmadani
NBI/ NPM : 1422100049
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin
Jenis Karya : Skripsi

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya *Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)*, atas karya saya yang berjudul:

MODIFIKASI DESAIN NOZZLE BURNER DENGAN MATERIAL COATING KERAMIK UNTUK MENGURANGI LAJU EROSI

Dengan *Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Nonexclusive Royalty - Free Right)*, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum

Dibuat di : Surabaya
Pada tanggal : 17 Juli 2025



Noval Aagym Rahmadani

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya yang tiada henti sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “OPTIMASI DESAIN *NOZZLE BURNER* DENGAN MATERIAL *COATING* KERAMIK UNTUK MENGURANGI LAJU EROSI”. Penulis juga mengucapkan selawat serta salam semoga senantiasa kami limpahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membimbing kita ke jalan yang diridai Allah SWT. Tugas Perancangan ini merupakan salah satu syarat kelulusan dalam praktikum Program Studi Teknik Mesin, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada semua pihak yang telah membantu penyusunan laporan Tugas Akhir ini di antaranya kepada :

1. Kepada Ibu Elisa Sulistyorini, S.T., M.T. yang selalu mendukung penulisan Tugas Akhir dan segala hal yang penulis perlukan hingga sampai titik ini.
2. Kepada Bapak Edi Santoso, ST.,MT. selaku ketua program studi teknik mesin Surabaya.
3. Kepada Ibu Indah Nurpriyanti, S.Pd., M.Sc. selaku koordinator pada Tugas Akhir ini.
4. Seluruh jajaran dosen dan stafkaryawan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah menyediakan ilmu dan fasilitas bagi penulis selama perkuliahan berlangsung.
5. Segenap mahasiswa S1 Teknik Mesin Angkatan 2021, serta seluruh mahasiswa Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya dan seluruh pihak yang telah berkontribusi dan tidak bisa disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa pembuatan Tugas Perancangan ini masih jauh dari kesempurnaan dikarenakan keterbatasan ilmu pengetahuan yang dimiliki.. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberi manfaat serta dapat digunakan sebagai salah satu referensi untuk pengembangan Tugas Perancangan selanjutnya di kemudian hari dan dapat menjadi nilai tambah khususnya bagi penyusun dan umumnya bagi pembaca.

Surabaya, 18 Maret 2025

ABSTRAK

MODIFIKASI DESAIN NOZZLE BURNER DENGAN MATERIAL COATING KERAMIK UNTUK MENGURANGI LAJU EROSI

Penelitian ini membahas upaya modifikasi desain nozzle burner pada PLTU berbahan bakar batubara untuk mengatasi masalah erosi akibat aliran partikel abrasif dan suhu tinggi. Erosi pada komponen nozzle berdampak pada penurunan efisiensi pembakaran dan umur pakai yang pendek. Tiga variasi desain dianalisis menggunakan simulasi CFD (Computational Fluid Dynamics) di ANSYS Fluent: desain eksisting, desain modifikasi tanpa pelapis, dan desain modifikasi dengan pelapisan keramik Zirconia (ZrO_2). Hasil simulasi menunjukkan bahwa desain dengan pelapis memiliki laju erosi yang jauh lebih rendah dibandingkan dua desain lainnya, serta memberikan distribusi tekanan dan kecepatan yang lebih stabil. Penggunaan material pelapis terbukti meningkatkan ketahanan terhadap abrasi dan memperpanjang umur komponen hingga lebih dari 15 bulan. Penelitian ini merekomendasikan penggunaan kombinasi desain geometris dan pelapis keramik sebagai solusi teknis untuk mengurangi erosi dan meningkatkan keandalan sistem pembakaran di PLTU.

Kata Kunci : *nozzle burner, erosi, CFD, pelapis keramik, ANSYS Fluent*

ABSTRACT

MODIFIKASI DESAIN NOZZLE BURNER DENGAN MATERIAL COATING KERAMIK UNTUK MENGURANGI LAJU EROSI

This research discusses the design modification of coal burner nozzles in coal-fired power plants to reduce erosion caused by abrasive particle flow and high temperatures. Erosion on nozzle components leads to reduced combustion efficiency and short service life. Three nozzle variations were analyzed using Computational Fluid Dynamics (CFD) simulation in ANSYS Fluent: the existing design, a modified design without coating, and a modified design with Zirconia (ZrO_2) ceramic coating. Simulation results showed that the coated design had significantly lower erosion rates compared to the other two and demonstrated more stable pressure and velocity distributions. The use of ceramic coatings proved to enhance abrasion resistance and extended the component's lifespan to over 15 months. This study recommends the combined use of optimized geometry and ceramic coatings as an effective technical solution to reduce erosion and improve the reliability of coal combustion systems in power plants..

Key Word : *nozzle burner, erosion, CFD, Ceramic Coating, ANSYS Fluent*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	2
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	5
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	5
1.1. Tinjauan Pustaka	6
2.2 Landasan Teori	6
2.2.1. Pembakaran	7
2.2.2. Nozzle Tip untuk Pulverized Coal Burner	9
2.2.3. Erosi pada Nozzle Tip	11
2.2.4. Material Coating Keramik	12
2.2.5. Simulasi CFD (Computational Fluid Dynamics)	12
2.2.6. Optimasi Desain Teknik	13

BAB III.....	15
METODE PENELITIAN	15
3.1. Diagram Alir Penelitian.....	15
3.2. Jenis dan Pendekatan Penelitian.....	16
3.3. Lokasi dan Waktu Penelitian	16
3.4. Data dan Sumber Data	17
3.5. Variabel Penelitian	19
3.6 Tahapan Penelitian.....	20
3.7 Alat dan Bahan	20
3.8 Teknik Analisis Data.....	21
BAB IV	23
HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1. Gambaran Umum Penelitian.....	23
4.2. Cara Menggunakan Ansys	23
4.3. Hasil Simulasi CFD pada Desain Yang Sudah Ada.....	28
4.4. Hasil Simulasi CFD Tanpa Pelapis	30
4.4 Hasil Simulasi CFD Dengan Pelapis.....	31
4.5 Perbandingan dan Pembahasan Hasil Simulasi.....	33
BAB V	35
Kesimpulan dan Saran.....	35
5.1. Kesimpulan.....	36
5.2. Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1, Pulverized Coal Burner	7
Gambar 2.2, Nozzle Tip For Pulverized Coal Burner.....	9
Gambar 2.3, Kerusakan Pada Nozzle Tip Pulverized Coal Burner	10
Gambar 4.1, Persiapan Awal Tip Pulverized Coal Burner Original.....	24
Gambar 4.2, Pembuatan Geometri pulverized coal burner yang sudah ada	25
Gambar 4.3, Pembuatan Mesh nozzle tip tanpa pelapis	26
Gambar 4.4, Setup di ANSYS Fluent.....	26
Gambar 4.5, Inisialisasi dan Perhitungan	28
Gambar 4.6, Post-Processing (Hasil Simulasi) nozzle tip dengan pelapis	28
Gambar 4.1, Desain Nozzle Tip Pulverized Coal Burner Original.....	24
Gambar 4.2, erosi nozzle tip pulverized coal burner yang sudah ada.....	25
Gambar 4.3, desain nozzle tip pulverized coal burner tanpa pelapis	26
Gambar 4.4, erosi nozzle tip pulverized coal burner tanpa pelapis	26
Gambar 4.5, erosi nozzle tip pulverized coal burner dengan pelapis	28
Gambar 4.6, grafik skala residual nozzle tip dengan pelapis	28

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Jenis Data Primer	17
Tabel 3. 2 Jenis Data Sekunder	18
Tabel 4. 1 Jenis Perbandingan Hasil	18

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Drawing PT Mahita Persada Teknik	38
Lampiran 2 Drawing PT POMI	38
Lampiran 3 Nozzle tip Burner	39
Lampiran 4 Material - ASTM A216 WCB	40
Lampiran 5 Zirconia Coating	41