

ABSTRAK

Ihah Fadilah

201720030

Sintesis *Slurry* dengan Variasi *Binder* untuk Pelapisan pada Komponen *Boiler* Pembangkit Listrik

Pada penelitian ini dilakukan sintesis *slurry* untuk mengetahui ketahanan lapisan pada komponen CFB *boiler* yang beroperasi pada suhu dan tekanan tinggi dengan *binder* yang di variasikan. Variasi tersebut yaitu *slurry* dengan *binder* Na_2SiO_3 basis *liquid* dan *slurry* dengan *binder* PVA: H_2O , dimana pada penelitian sebelumnya sering di aplikasikan sebagai pelapis suhu tinggi. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode *slurry coating*. Kemudian pada sistem TBC di deposit di atas *bond coat* inconel 625 yang disebut *double layer*. Adapun kebaharuan penelitian ini yaitu serbuk *load agent* yang digunakan yaitu Al (Aluminium), Si (Silikon), Cr (Kromium) dan ZrO_2 (Zirkonia) serta rasio massa dari masing-masing variasi *binder*. Hasil penelitian ini menunjukkan nilai viskositas optimum adalah *slurry* dengan *binder* Na_2SiO_3 yaitu 242,5 mPa.s. Selanjutnya, performa masing-masing lapisan *slurry* di bandingkan, dimana sampel dengan *binder* Na_2SiO_3 memiliki nilai porositas rendah yaitu 0,31% yang mampu meningkatkan kekerasan lapisan senilai 93 HV. Selain itu *binder* Na_2SiO_3 juga mempengaruhi mikrostruktur sehingga menghasilkan permukaan lapisan yang halus dan tingginya nilai persentase fasa protektif ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$) yaitu 24,0%. Kemudian pengujian erosi juga dilakukan, dimana sampel dengan *binder* Na_2SiO_3 memiliki ketahanan erosi lebih baik daripada sampel dengan *binder* PVA: H_2O . Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa lapisan untuk aplikasi *boiler* yang memiliki ketahanan suhu dan tekanan tinggi yaitu lapisan dengan *binder* Na_2SiO_3 .

Kata Kunci: *Slurry coating*, Na_2SiO_3 (*sodium silicate*), PVA (*polyvinyl alcohol*), CFB *boiler*.

ABSTRACT

Ihah Fadilah

201720030

Slurry Synthesis with Variations of Binders for Coatings on Power Plant Boiler Components

In this study, slurry synthesis was carried out to determine the durability of the coating on boiler CFB components operating at high temperatures and pressures with varied binders. The variations are slurry with liquid-based Na_2SiO_3 binder and slurry with PVA: H_2O binder, which in previous studies was often applied as a high temperature coating. The method used in this study is the slurry coating method. Then the TBC (Thermal Barrier Coating) system is deposited on top of the inconel 625 bond coat which is called a double layer. The novelty of this research is the load agent powder used, namely Al (Aluminum), Si (Silicon), Cr (Chromium) and ZrO_2 (Zirconia) as well as the mass ratio of each binder variation. The results of this study show that the optimum viscosity value is slurry with Na_2SiO_3 binder, which is 242.5 mPa.s. Furthermore, the performance of each slurry layer is compared, where the sample with Na_2SiO_3 binder has a low porosity value of 0.31% which is able to increase the hardness of the coating worth 93 HV. In addition, Na_2SiO_3 binder also affects the microstructure so as to produce a smooth coating surface and the high percentage value of the protective phase ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$) which is 24.0%. Then erosion testing was also carried out, where the sample with Na_2SiO_3 binder had better erosion resistance than the sample with PVA: H_2O binder. Therefore, it can be concluded that the coating for boiler applications that has high temperature and pressure resistance is the coating with 3 Na_2SiO_3 binder.

Keywords: *Slurry coating, Na_2SiO_3 (sodium silicate), PVA (polyvynil alcohol), CFB boiler.*

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dan diajukan pada Program Studi Fisika Fakultas Sains Universitas Islam Negeri Sultan Maulana Hasanuddin Banten ini sepenuhnya asli merupakan hasil karya tulis ilmiah saya pribadi.

Adapun tulisan maupun pendapat orang lain yang terdapat dalam skripsi saya sebutkan kutipannya secara jelas dengan etika keilmuan yang berlaku di bidang penulisan karya ilmiah.

Apabila dikemudian hari terbukti bahwa sebagian atau seluruh isi skripsi ini merupakan hasil perbuatan plagiarisme atau mencontek karya tulis orang lain, saya bersedia untuk menerima sanksi berupa pencabutan gelar ke sarjanaan yang saya terima ataupun sanksi akademik lain sesuai yang berlaku.

Serang, 16 Oktober 2024



Ihah Fadilah
201720030

Nomor : - Kepada Yth.
Lampiran: 1 (satu) sks Dekan Fakultas Sains
Perihal 3 : Pengajuan Munaqasah UIN SMH Banten
a.n Ihah Fadilah di
NIM: 201720030 Serang

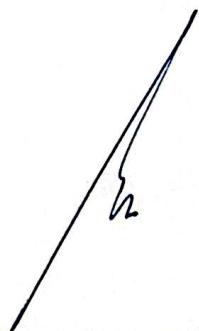
Assalamu'alaikum Wr. Wb

Dipermaklumkan dengan hormat, bahwa setelah membaca dan menganalisa serta mengadakan koreksi seperlunya, kami berpendapat bahwa skripsi saudara Ihah Fadilah dengan NIM: 201720030 yang berjudul "Sintesis *Slurry* dengan Variasi *Binder* untuk Pelapisan pada Komponen *Boiler* Pembangkit Listrik", telah dapat diajukan sebagai salah satu syarat untuk melengkapi ujian munaqasah pada Fakultas Sains Program Studi Fisika Universitas Islam Negeri sultan Maulana Hasanuddin Banten.

Demikian atas segala perhatian Bapak kami ucapkan terima kasih. Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Serang, 21 Oktober 2024

Pembimbing I



Fina Fitratun Amaliyah, M.Sc

NIDN. 2010029003

Pembimbing II



Dr. Eni Sugiarti, M.Eng

NIP. 198205052006042002

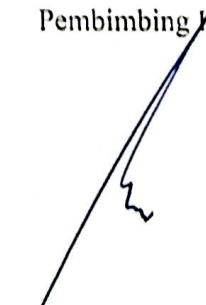
**SINTESIS *SLURRY* DENGAN VARIASI *BINDER* UNTUK
PELAPISAN PADA KOMPONEN *BOILER* PEMBANGKIT
LISTRIK**

Oleh:

Ihah Fadilah
NIM: 201720030

Menyetujui,

Pembimbing I


Fina Fitratan Amaliyah, M.Sc
NIDN. 2010029003

Pembimbing II



Dr. Eni Sugiarti, M.Eng
NIP. 198205052006042002

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains


Dr. Asep Saefurrahman, M.Si
NIP. 197808272003121003

Ketua Program Studi



Elsi Ariani, M.Si
NIP. 198901232108012001

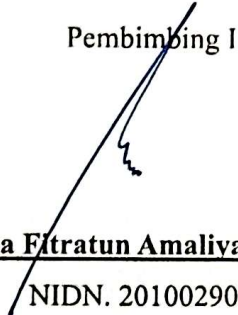
PENGESAHAN

Skripsi a.n Ihah Fadilah, NIM: 201720030 yang berjudul “Sintesis *Slurry* dengan Variasi *Binder* untuk Pelapisan pada Komponen *Boiler* Pembangkit Listrik” telah diujikan dalam Ujian Akhir Universitas Islam Negeri Sultan Maulana Hasanuddin Banten pada tanggal 24 Oktober 2024.

Skripsi tersebut telah disahkan dan diterima sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) pada Fakultas Sains Universitas Islam Negeri sultan Maulana Hasanuddin Banten.

Serang, 24 Oktober 2024


Pembimbing I



Fina Fitraturun Amaliyah, M.Sc

NIDN. 2010029003

Pembimbing II



Dr. Eni Sugiarti, M.Eng

NIP. 198205052006042002

Penguji I



Muhamad Fajar Muarif, M.Sc

NIP. 199402142022031002

Penguji II



Subur Pramono, M.Si

NIP. 199006262020121002

Ketua Penguji



Elsi Ariani, M.Si

NIP. 198901232018012001

RIWAYAT HIDUP

Ihah Fadilah penulis skripsi ini lahir di Kabupaten Pandeglang tepatnya di Desa Sidamukti Kecamatan Sukaresmi pada Hari Sabtu tanggal 15 Juni 2002. Ia anak keempat dari empat bersaudara yang terlahir dari pasangan suami istri Muslim dan Amah. Penulis menyelesaikan jenjang Sekolah Dasar (SD) bernama SDN Sidamukti 3 pada tahun 2014. Kemudian melanjutkan pendidikan di Madrasah Tsanawiyah (MTs) Al-Muttaqin Sidamukti dan lulus pada tahun 2017. Kemudian melanjutkan pendidikan menengah atas di Madrasah Aliyah Negeri (MAN) 3 Pandeglang dan lulus pada tahun 2020. Pada tahun 2020 pula penulis mulai melanjutkan pendidikan di Perguruan Tinggi Negeri tepatnya di Universitas Islam Negeri Sultan Maulana Hasanuddin Banten (UIN SMH Banten) Fakultas Sains pada Program Studi Fisika. Penulis menyelesaikan kuliah strata 1 (S1) pada tahun 2024.

Selama perkuliahan penulis aktif berorganisasi dan banyak mengikuti kegiatan baik di dalam maupun diluar, penulis mengikuti Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) sebagai anggota aktif Pramuka UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten, Pengurus Himpunan Program Studi Fisika pada tahun 2021-2022, Bendahara Umum II Dewan Eksekutif Mahasiswa pada tahun 2023, Wakil 1 Duta Fakultas Sains tahun 2023 dan kegiatan lainnya seperti peserta Perkemahan Wirakarya Nasional yang diselenggarakan UIN Sultan Amai Gorontalo pada tahun 2023, bertugas sebagai anggota protokol pramuka di acara wisuda UIN SMH Banten, seminar dan sebagainya.

PERSEMBAHAN

Segala Puji Bagi Allah SWT. tiada lembar yang paling indah dalam skripsi ini selain lembar persembahan. Skripsi ini saya persembahkan terkhusus untuk kedua orangtua tercinta saya, Ibu Amah dan Abah Muslim. Sebagai tanda hormat, cinta dan terimakasih saya kepada mereka yang telah memberikan kasih sayang seluas-luasnya, secara ridho, dukungan, nasehat, do'a, materi, dan cinta kasih tiada terhingga yang tiada mungkin dapat saya balaskan hanya dengan selembar kertas yang bertuliskan kata persembahan. Terimakasih ibu dan terimakasih abah.

Skripsi ini juga saya persembahkan untuk keluarga, teman-teman, dan orang terdekat saya.

Terimakasih untuk setiap dukungan, tempat berkeluh kesah dan do'a yang turut melangit untuk proses saya.

I Love You All.

MOTTO

“Allah tidak akan membawamu sejauh itu hanya untuk gagal”

“Allah tidak akan memberi ujian diluar batas kemampuan hambanya”

(Qs. Al-Baqarah:286)

“Sekalipun terasa sangat berat dan hampir menyerah, namun mustahil Allah menitipkan beban itu dipundak yang salah. Itu karena Allah tahu kamu mampu”

~Setiap apapun libatkan Allah dalam hati dan pikiran~

KATA PENGANTAR

Bismillaahirrahmaannirrahiim.

Segala puji bagi Allah SWT., yang telah memberikan taufik, hidayah, serta inayah-Nya sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Shalawat teriring salam semoga senantiasa tercurahkan kepada suri tauladan kita yakni Nabi Muhammad SAW., keluarga, sahabat, dan kita selaku umat-Nya hingga yaumul akhir.

Tugas akhir yang berjudul “Sintesis *Slurry* dengan Variasi *Binder* untuk Pelapisan pada Komponen *Boiler* Pembangkit Listrik” merupakan tugas akhir yang diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) pada Program Studi Fisika Fakultas Sains UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten.

Selama proses penulisan tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa tulisan ini tidak terlepas dari bantuan, saran, dan dukungan dari berbagai pihak. Karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orangtua dan keluarga tercinta yang selalu memberikan motivasi, semangat, dukungan, ridho, dan do'a selama proses pengerjaan skripsi.
2. Bapak Prof. Dr. H. Wawan Wahyuddin, M.Pd., selaku Rektor UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk bergabung dan belajar di lingkungan UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten.
3. Bapak Dr. Asep Saefurohman, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten yang telah mendorong penyelesaian studi dan skripsi penulis.
4. Ibu Elsi Ariani, M.Si., selaku ketua Program Studi Fisika Fakultas Sains UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten yang telah memberikan motivasi.
5. Ibu Fina Fitratun Amaliyah, M.Sc., dan Ibu Dr. Eni Sugiarti, M.Eng., selaku pembimbing I dan pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, saran dan masukkan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.

6. Bapak dan Ibu Dosen di lingkungan Fakultas Sains UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten yang telah mengajar dan mendidik penulis selama menempuh pendidikan.
7. Eva Alfariani, Indah Tirtana Putri, Wini Safitry, Mitha Aulia Putri, Ina Asyifatunnisa, Anaya Anvika Putri, Khayra Putri Rifani, yang menjadi salah satu sumber semangat penulis.
8. Putra sulung Umi Tri Handayani dan Alm. Abi Endin Suryadin yang selalu memberikan motivasi, dukungan, dan semangat selama proses pengerjaan skripsi.
9. Kak Nurul Latifah dan Kak Safitry Ramandhany yang selalu memberikan bimbingan dan bantuan kepada penulis selama pelaksanaan penelitian tugas akhir, pengolahan data, dan penulisan skripsi.
10. Kurotun Aini, Silvia Farah Diba, Dina Rahayu, Nihayatul Umna, dan Ines Hayatun nufus, yang senantiasa kebersamai selama proses pengerjaan skripsi di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN).
11. Seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini yang tanpa mengurangi rasa hormat penulis tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Selain ucapan terimakasih, penulis mendo'akan semoga Allah SWT., senantiasa melindungi dan harapan penulis semoga skripsi ini dapat membantu menambah wawasan para pembaca.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini tentu masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat penulis harapkan sebagai pembelajaran dan perbaikan penelitian ini di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk berbagai pihak khususnya bagi para pembaca.

Serang, 21 Oktober 2024

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
NOTA DINAS.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN	v
LEMBAR PENGESAHAN	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
PERSEMBAHAN	viii
MOTTO	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Batasan Masalah	4
C. Rumusan Masalah.....	4
D. Tujuan Penelitian.....	5
E. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Kajian Teori.....	6
B. Penelitian yang Relevan	21
C. Kerangka Berfikir	23
D. Hipotesis	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	26
A. Waktu dan Tempat Penelitian	26
B. Alat dan Bahan	26
C. Prosedur Kerja	30
D. Jenis Metode Penelitian.....	35

E. Teknik Pengumpulan Data.....	36
F. Teknik Analisa Data.....	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
A. Analisis Viskositas <i>Slurry</i>	38
B. Morfologi Permukaan Sebelum Erosi	40
C. Identifikasi Fasa sebelum Erosi	42
D. Analisis Pengaruh <i>Binder</i> Terhadap Porositas dan Kekerasan Permukaan Sebelum Erosi.....	44
E. Hasil Pengujian Erosi.....	46
F. Morfologi Permukaan Setelah Erosi	48
G. Morfologi Penampang Melintang Setelah Erosi	49
BAB V KESIMPULAN.....	51
A. Kesimpulan.....	51
B. Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN.....	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi <i>Boiler</i> CFB.....	7
Gambar 2.2 Erosi dan Oksidasi <i>Boiler</i>	8
Gambar 2.3 Kontur Erosi pada <i>Boiler</i> CFB.....	9
Gambar 2.4 Perilaku Aliran (1) Newtonian (2) <i>Shear-thinning</i> (3) <i>Shear-thickening</i>	17
Gambar 2.5 Diagram Alir Penelitian.....	23
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian.....	26
Gambar 3.2 Ilustrasi Alat Pengujian Erosi.....	33
Gambar 4.1 <i>Share Rate</i> terhadap Viskositas <i>Slurry</i> Variasi <i>Binder</i>	38
Gambar 4.2 Kondisi Visual Sampel Sebelum dan Setelah <i>Heart Treatment</i>	39
Gambar 4.3 Morfologi Permukaan Sampel dengan (A) <i>Binder</i> Na_2SiO_3 dan (B) <i>Binder</i> PVA: H_2O	40
Gambar 4.4 Pola XRD lapisan (a) Sampel dengan <i>Binder</i> Na_2SiO_3 dan (b) <i>Binder</i> PVA: H_2O	41
Gambar 4.5 Morfologi Permukaan Pelapis Setelah pengukuran Porositas pada Sampel (a) <i>Binder</i> Na_2SiO_3 dan (b) <i>Binder</i> PVA: H_2O	33
Gambar 4.6 Grafik Hubungan Kekerasan dan Porositas Sampel (A) <i>Binder</i> Na_2SiO_3 (B) <i>Binder</i> PVA: H_2O	44
Gambar 4.7 Kondisi Visual Setelah Oksida pada Suhu 800°C Selama 20 jam.....	45
Gambar 4.8 Grafik Hubungan Kekerasan dan Porositas Sampel (A) <i>Binder</i> Na_2SiO_3 (B) <i>Binder</i> PVA: H_2O	46
Gambar 4.9 Morfologi Permukaan Lapisan dengan <i>Binder</i> Na_2SiO_3 Setelah Erosi.....	46
Gambar 4.10 Morfologi Penampang Melintang Sampel dengan <i>Binder</i> Na_2SiO_3	48

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Fisik kromium.....	14
Tabel 3.1 <i>Timeline</i> penelitian tugas akhir.....	25
Tabel 3.2 Alat-alat penelitian.....	26
Tabel 3.3 Bahan-bahan penelitian.....	28
Tabel 3.4 Parameter <i>flame spray</i>	31
Tabel 3.5 Parameter HVOF.....	31
Tabel 3.6 Komposisi <i>slurry</i>	33
Tabel 4.1 Persentase <i>peak</i> sampel (A) <i>binder</i> Na ₂ SiO ₃ dan (B) <i>binder</i> PVA: H ₂ O	42
Tabel 4.2 Reaksi pembentukan fasa.....	42
Tabel 4.3 <i>Crystallite size</i> (nm) m-ZrO ₂	44

DAFTAR SINGKATAN

Na ₂ SiO ₃	= <i>Sodium Silicate</i>
PVA	= <i>Polyvinyl Alcohol</i>
XRD	= <i>X-ray Diffraction</i>
FE-SEM	= <i>Field Emission-Scanning Electron Microscope</i>
CFB	= <i>Circulating Fluidized Bed</i>
BFB	= <i>Bubbling Fluidized Bed</i>
BFB	= <i>Bubbling Fluidized Bed</i>
HV	= <i>Hardness Vicker</i>
SEM-EDS	= <i>Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy</i>
HVOF	= <i>High Velocity Oxygen Fuel</i>
ICSD	= <i>Inorganic Crystal Structure Database</i>