



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISIS PENGARUH VARIASI JARAK *SPRAY* DAN
JUMLAH PELAPISAN TERHADAP KETEBALAN LAPISAN
PADA ELEMEN *AIR PREHEATER* DALAM PROSES *ENAMEL
COATING***

SKRIPSI
**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

Affan Mahfani

2202411007

PROGRAM STUDI D4-TEKNOLOGI REKAYASA MANUFAKTUR

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISIS PENGARUH VARIASI JARAK *SPRAY* DAN
JUMLAH PELAPISAN TERHADAP KETEBALAN LAPISAN
PADA ELEMEN *AIR PREHEATER* DALAM PROSES *ENAMEL
COATING***

SKRIPSI

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan

Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur,
Jurusan Teknik Mesin

Oleh:

Affan Mahfani 2202411007

PROGRAM STUDI D4-TEKNOLOGI REKAYASA MANUFAKTUR

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



“Skripsi ini saya persembahkan sebagai wujud penghargaan dan rasa terima kasih kepada ibu dan bapak tercinta, bangsa Indonesia, dan almamater yang menjadi tempat ilmu bertumbuh, mimpi dibangun, dan langkah menuju masa depan bermula.”



Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

ANALISIS PENGARUH VARIASI JARAK *SPRAY* DAN JUMLAH PELAPISAN TERHADAP KETEBALAN LAPISAN PADA ELEMEN *AIR PREHEATER* DALAM PROSES *ENAMEL COATING*

Oleh:

Affan Mahfani

NIM 2202411007

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur

Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Dr. Candra Damis Widiawaty, S.T.P., M.T
NIP. 198201052014042001

Pembimbing 2

Radhi Maladzi, S.T., M.T
NIP. 199307282024061001

Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur

Radhi Maladzi, S.T., M.T.
NIP. 199307282024061001



Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS PENGARUH VARIASI JARAK *SPRAY* DAN JUMLAH PELAPISAN TERHADAP KETEBALAN LAPISAN PADA ELEMEN *AIR PREHEATER* DALAM PROSES *ENAMEL COATING*

Oleh:
Affan Mahfani

NIM 2202411007

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan di hadapan Dewan Penguji
pada tanggal 8 Juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur
Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Dr. Candra Damis Widiawaty, S.T.P., M.T NIP. 198201052014042001	Ketua		16/7 26
2.	Prof. Dr. Tatun Hayatun Nufus, M.Si NIP. 196604161995122001	Anggota		16/7' 26
3.	Ifa Saidatuningtyas, S.Si., M.T. NIP. 198808272022032005	Anggota		16/7 2029

Depok, 21 Juli 2026

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si.

197602252000121002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Affan Mahfani

NIM : 2202411007

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri bukan plagiasi karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Skripsi telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 16 Juni2026



Affan Mahfani

NIM. 2202411007

JAKARTA



Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ANALISIS PENGARUH VARIASI JARAK *SPRAY* DAN JUMLAH PELAPISAN TERHADAP KETEBALAN LAPISAN PADA ELEMEN *AIR PREHEATER* DALAM PROSES *ENAMEL COATING*

Affan Mahfani¹

¹Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta,
Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Email: affan.mahfani.tm22@mhs.wpnj.ac.id

ABSTRAK

Korosi pada elemen *air preheater* dapat menurunkan kinerja perpindahan panas dan memperpendek umur pakai komponen. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi jarak *spray* dan jumlah pelapisan terhadap ketebalan *enamel coating*, mengevaluasi hasil adhesi dan laju korosi, serta menentukan kombinasi parameter terbaik secara multi-respons. Material yang digunakan adalah SPCC dengan variasi jarak *spray* 50, 100, dan 150 mm serta jumlah pelapisan 3, 6, dan 9 kali. Rancangan eksperimen menggunakan Taguchi L9 *orthogonal array*. Pengujian meliputi ketebalan lapisan, *pull-off adhesion*, dan laju korosi dalam larutan H₂SO₄. Data dianalisis menggunakan *Signal-to-Noise Ratio*, Analysis of Variance, dan Grey Relational Analysis. Ketebalan tertinggi diperoleh pada spesimen B3 sebesar 527,64 µm, adhesi tertinggi pada C1 sebesar 1,84 MPa, dan laju korosi terendah pada A2 sebesar 1,0768 mm/y. ANOVA menunjukkan jumlah pelapisan berpengaruh signifikan terhadap ketebalan dengan *p-value* 0,006, sedangkan jarak *spray* tidak signifikan dengan *p-value* 0,293. Kedua faktor tidak berpengaruh signifikan terhadap adhesi dan laju korosi. Kombinasi terbaik yang teramati diperoleh pada A2, yaitu jarak *spray* 50 mm dan 6 kali pelapisan, dengan GRG 0,716686.

Kata kunci: air preheater, enamel coating, jarak spray, jumlah pelapisan, ANOVA, Grey Relational Analysis



Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ANALISIS PENGARUH VARIASI JARAK *SPRAY* DAN JUMLAH PELAPISAN TERHADAP KETEBALAN LAPISAN PADA ELEMEN *AIR PREHEATER* DALAM PROSES *ENAMEL COATING*

Affan Mahfani¹

¹Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta,
Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Email: affan.mahfani.tm22@mhs.w.pnj.ac.id

ABSTRACT

Corrosion of *air preheater* elements can reduce heat-transfer performance and shorten component service life. This study aimed to analyze the effects of spray distance and number of coating applications on enamel coating thickness, evaluate adhesion and corrosion rate results, and determine the best multi-response parameter combination. SPCC steel was used with spray distances of 50, 100, and 150 mm and coating applications of 3, 6, and 9 times. The experiment was designed using a Taguchi L9 orthogonal array. The tests included coating thickness measurement, pull-off adhesion testing, and corrosion rate testing in H₂SO₄ solution. The data were analyzed using the Signal-to-Noise Ratio, Analysis of Variance, and Grey Relational Analysis. The highest thickness was obtained in specimen B3 at 527.64 μ m, the highest adhesion in C1 at 1.84 MPa, and the lowest corrosion rate in A2 at 1.0768 mm/y. ANOVA showed that the number of coating applications significantly affected thickness with a p-value of 0.006, while spray distance was not significant with a p-value of 0.293. Neither factor significantly affected adhesion or corrosion rate. The best observed combination was A2, with a spray distance of 50 mm and six coating applications, resulting in a GRG of 0.716686.

Keywords: *air preheater, enamel coating, spray distance, coating layers, ANOVA, Grey Relational Analysis.*



Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Analisis Pengaruh Variasi Jarak dan Jumlah Pelapisan Terhadap Ketebalan Lapisan pada Elemen Air Preheater Dalam Proses Enamel Coating”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta. Selain itu, penyusunan skripsi ini juga merupakan bentuk pelaksanaan penelitian yang bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi pelapisan dan jarak *spray* terhadap ketebalan lapisan serta laju korosi pada elemen air preheater yang dilapisi *enamel*.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa terdapat berbagai kendala dan keterbatasan. Namun, berkat bantuan, arahan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak, skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Bapak Radhi Maladzi, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta dan dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Ibu Candra Damis Widiawaty, S.Tp., M.T., selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta masukan dalam penyusunan skripsi ini.
4. Kedua orang tua penulis yang senantiasa memberikan doa, dukungan, semangat, serta motivasi sehingga penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5. Rekan-rekan seperjuangan kelas 8A Teknologi Rekayasa Manufaktur yang telah memberikan semangat, bantuan, dan dukungan selama proses penyusunan skripsi ini.
6. Teman-teman Manufaktur M22, yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan semangat selama masa perkuliahan hingga proses penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan karya ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta menjadi referensi bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang manufaktur.

Depok, 2026

Penulis

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian.....	3
1.3 Pertanyaan Penelitian	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.5.1 Manfaat bagi Mahasiswa.....	5
1.5.2 Manfaat bagi Perusahaan	5
1.5.3 Manfaat bagi Kampus	5
1.6 Batasan Masalah	6
1.7 Sistematika Penulisan Skripsi.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Landasan Teori.....	8
2.1.1 <i>Air Preheater</i>	8
2.1.2 Korosi	9
2.1.3 Material SPCC	10
2.1.4 Laju Korosi	11



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.1.5	<i>Coating</i>	12
2.1.6	Proses <i>Enamel Coating</i>	14
2.1.7	Uji Ketebalan <i>Coating</i>	16
2.1.8	Uji Adhesi <i>Pull off Test</i>	16
2.1.9	Metode <i>Design of Experiment</i>	17
2.1.10	Metode Taguchi.....	17
2.1.11	<i>Matriks Orthogonal Array</i>	17
2.1.12	<i>Signal to Noise Ratio</i>	18
2.1.13	<i>Grey Relational Analysis</i>	19
2.1.14	<i>Analysis of Variance (ANOVA)</i>	23
2.2	Kajian Literatur.....	24
2.3	Kerangka Pemikiran	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		30
3.1	Jenis Penelitian	30
3.2	Diagram Alir Penelitian	31
3.3	Penjelasan Diagram Alir	32
3.4	Objek Penelitian	42
3.5	Jenis dan Sumber Data Penelitian.....	43
3.6	Metode Pengambilan Sampel	43
3.7	Metode Pengumpulan Data	44
3.8	Metode Analisis Data.....	44
3.9	Bahan Penelitian	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		46
4.1	Hasil Eksperimen Proses <i>Enamel Coating</i>	46
4.2	Data Hasil Pengujian	48
4.2.1	Data Hasil Pengukuran Ketebalan <i>Enamel Coating</i>	48
4.2.2	Hasil Uji Adhesi <i>Pull off Test</i>	50
4.2.3	Data Hasil Uji Laju Korosi.....	51



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.3	Perhitungan Signal to Noise Ratio Hasil Pengujian	52
4.3.1	Perhitungan <i>Signal to Noise Ratio</i> (S/N Ratio) Ketebalan Lapisan	53
4.3.2	Analisis Pengaruh Jarak <i>Spray</i> dan Jumlah Pelapisan Terhadap Ketebalan Lapisan	55
4.3.3	Perhitungan <i>Signal to Noise Ratio</i> (S/N) Ratio Uji <i>Adhesi Pull Off Test</i>	57
4.3.4	Analisis Pengaruh Jarak dan Pelapisan Terhadap Uji <i>Adhesi Pull off Test</i>	59
4.3.5	Perhitungan <i>Signal to Noise Ratio</i> (S/N) Ratio Laju Korosi.....	61
4.3.6	Hasil Analisis Variasi Jarak Dan Pelapisan Terhadap Laju Korosi	63
4.4	Perhitungan <i>Grey Relational Analysis</i>	64
4.4.1	Perhitungan Normalisasi Nilai <i>S/N Ratio</i>	65
4.4.2	Perhitungan Nilai Deviasi	66
4.4.3	Perhitungan <i>Grey Relational Coefficient</i>	67
4.4.4	Perhitungan <i>Grey Relational Grade</i>	68
4.5	Penentuan Parameter Optimum	68
4.6	Analisis Hasil Anova	71
4.6.1	<i>Analysis of Variance</i> Berdasarkan Ketebalan Lapisan.....	71
4.6.2	<i>Analysis of Variance</i> Berdasarkan Adhesi	72
4.6.3	<i>Analysis of Variance</i> Berdasarkan Laju Korosi	74
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		76
5.1	Kesimpulan	76
5.2	Saran	77
DAFTAR PUSTAKA.....		78
LAMPIRAN.....		83



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2 1 Sistem Kerja Air Preheater Regeneratif	9
Gambar 2 2 Kerangka Berpikir	29
Gambar 3. 1 Diagram Penelitian	31
Gambar 3. 2 Uji Ketebalan Enamel Coating	38
Gambar 3. 3 Dimensi Spesimen Pengujian	45
Gambar 4. 1 Grafik Uji Ketebalan Enamel Coating	49
Gambar 4. 2 Grafik Uji Adhesi Pull off Test	51
Gambar 4. 3 Grafik Laju Korosi	52
Gambar 4. 4 Grafik Main Effect Plot for S/N Ratio Ketebalan Enamel Coating	55
Gambar 4. 5 Grafik Main Effect Plot for S/N Ratio Uji Adhesi	59
Gambar 4. 6 Grafik Main Effects Plot for S/N Ratio Laju Korosi	62
Gambar 4. 7 Grafik Main Effect Plot for Mean GRG	70

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Komposisi Material SPCC	10
Tabel 2. 2 Komposisi Vitreous Powder	13
Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu	24
Tabel 3. 1 Faktor dan Level Penelitian	33
Tabel 3. 2 Derajat Kebebasan	33
Tabel 3. 3 Skema Pengujian Dengan Orthogonal Array	34
Tabel 3. 4 Alat dan Bahan yang digunakan	35
Tabel 3. 5 Langkah - langkah proses enamel coating	37
Tabel 3. 6 Proses Uji Laju Korosi	39
Tabel 3. 7 Proses Uji Adhesi	40
Tabel 4. 1 Hasil Proses Enamel Coating	46
Tabel 4. 2 Data Pengukuran Ketebalan Lapisan Enamel Coating	49
Tabel 4. 3 Hasil Uji Adhesi Pull off Test	50
Tabel 4. 4 Tabel Hasil Uji Laju Korosi	51
Tabel 4. 5 S/N Ratio Ketebalan Enamel Coating	53
Tabel 4. 6 Respon S/N Ratio Ketebalan Lapisan Enamel Coating	54
Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan S/N Ratio Adhesi Pull off Test	57
Tabel 4. 8 Tabel Response Table for S/N Ratio	58
Tabel 4. 9 Hasil S/N Ratio Laju Korosi	61
Tabel 4. 10 Response for <i>Signal to Noise Ratio</i> Laju Korosi	62
Tabel 4. 11 Tabel S/N Ratio Masing - masing Respon	65
Tabel 4. 12 Nilai Perhitungan Normalisasi Respon	65
Tabel 4. 13 Nilai Deviasi	66
Tabel 4. 14 Grey Relational Coefficient (GRC)	67
Tabel 4. 15 Relational Grade (GRG)	68
Tabel 4. 16 Rata-rata GRG tiap Level	69
Tabel 4. 17 Hasil Anova berdasarkan Ketebalan Lapisan	71



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 18 Kesimpulan Hipotesis Ketebalan Lapisan.....	72
Tabel 4. 19 Hasil Anova berdasarkan Adhesi.....	72
Tabel 4. 20 Kesimpulan Hipotesis Uji Adhesi	73
Tabel 4. 21 Hasil Anova berdasarkan Ketebalan Laju Korosi	74
Tabel 4. 22 Kesimpulan Hipotesis Laju Korosi	74





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Korosi adalah proses kerusakan material, terutama logam, yang terjadi akibat reaksi kimia dengan lingkungan sekitarnya, seperti udara, air, atau zat lain, sehingga menyebabkan penurunan kualitas material tersebut [1]. Korosi dapat terjadi pada semua jenis material logam dan berlangsung secara bertahap. Proses ini menyebabkan terbatasnya umur pemakaian dari material yang diperkirakan dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama. Oleh karena itu, korosi menjadi masalah yang merugikan dan perlu mendapat perhatian khusus karena dampaknya yang signifikan. Mengingat korosi merupakan proses alami yang tidak dapat sepenuhnya dihentikan, upaya yang dapat dilakukan adalah mengendalikan serta memperlambat laju korosi agar penggunaan material tetap efisien sesuai perencanaan [2].

Korosi merupakan salah satu permasalahan yang terjadi pada komponen air preheater pada sistem boiler. Boiler modern umumnya dilengkapi dengan *air preheater* sebagai salah satu komponen tambahan (*auxiliary component*) yang berperan penting dalam meningkatkan efisiensi sistem. Fungsi utama *air preheater* adalah memanaskan udara pembakaran sebelum dialirkan ke dalam ruang bakar boiler. Temperatur udara pembakaran yang diperlukan sebesar 300°C untuk mendukung proses pembakaran yang optimal, karena temperatur yang tidak sesuai dapat menurunkan efisiensi pembakaran yang mengakibatkan konsumsi bahan bakar yang digunakan untuk mencapai titik sempurna menjadi lebih besar. Kondisi ini dapat meningkatkan biaya operasional sekaligus menurunkan efisiensi boiler [3], [4].

Air preheater akan mengalami penurunan performa seiring dengan berjalan waktu digunakannya. Korosi menjadi penyebab salah satu turunnya



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

performa dari *air preheater*. Korosi yang terjadi pada bagian *cold end* akan mempengaruhi kinerja air preheater dalam menyerap panas diakibatkan oleh permukaan yang tertutupi oleh senyawa yang membuat turunnya proses perpindahan panas elemen *air preheater* tersebut [5].

Coating merupakan salah satu metode yang bisa digunakan untuk memperlambat laju korosi. *Coating* atau pelapisan merupakan metode perlindungan permukaan yang paling umum digunakan karena memiliki tingkat efektivitas yang tinggi serta kemudahan dalam proses aplikasinya, baik pada material sebelum maupun setelah dilakukan pemasangan konstruksi [6]. Faktor jarak *spray* merupakan salah satu parameter yang mempengaruhi hasil ketebalan lapisan dalam proses *coating*. Jarak penyemprotan berperan dalam mengatur sebaran partikel, jumlah material pelapis yang menempel, dan ketebalan lapisan yang terbentuk pada permukaan substrat [7].

Metode *coating* memiliki beragam jenis dengan karakteristik dan fungsi yang berbeda sesuai kebutuhan aplikasinya. Pada aplikasi bersuhu tinggi, *enamel coating* atau *vitreous enamel* banyak digunakan karena memiliki ketahanan korosi dan stabilitas termal yang baik, sehingga mampu melindungi material dasar pada lingkungan ekstrem. Selain berfungsi sebagai pelindung, *vitreous enamel* juga memberikan nilai estetika melalui permukaan yang halus, mengkilap, dan berwarna menarik. Keunggulan tersebut menjadikan *vitreous enamel* sebagai teknologi pelapisan modern berkinerja tinggi, terutama karena struktur matriks berbasis kaca yang berperan penting dalam meningkatkan ketahanan korosi dan kestabilan termalnya [8].

Berdasarkan penelitian Dwi et al. (2025), jumlah lapisan *powder coating* Jotun berpengaruh terhadap ketebalan, kekerasan, dan laju korosi pada material SS400. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan jumlah lapisan meningkatkan ketebalan lapisan, yaitu dari 170,9 μm pada 1 lapisan menjadi 294,1 μm pada 2 lapisan dan 370,9 μm pada 3 lapisan. Peningkatan jumlah lapisan juga menurunkan laju korosi, dari 0,0073 mm/y pada 1 lapisan menjadi



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

0,0048 mm/y pada 2 lapisan dan 0,0012 mm/y pada 3 lapisan. Temuan ini menunjukkan bahwa jumlah lapisan menjadi parameter penting dalam meningkatkan ketebalan coating dan efektivitas perlindungan material terhadap korosi [9].

Penelitian Rizqi dan Yunitasari (2025) mengkaji pengaruh variasi jarak penyemprotan *spray coating* pada baja SS400 terhadap ketebalan lapisan dan laju korosi di lingkungan laut. Variasi jarak yang digunakan adalah 10 cm, 20 cm, dan 30 cm dengan tekanan penyemprotan konstan 5 bar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jarak penyemprotan yang lebih dekat menghasilkan lapisan lebih tebal, dengan nilai DFT tertinggi sebesar 283,33 μm pada jarak 10 cm. Sebaliknya, semakin jauh jarak penyemprotan, ketebalan lapisan menurun dan laju korosi meningkat, sehingga jarak 10 cm memberikan proteksi terbaik dengan laju korosi terendah sebesar 0,46 mpy [10].

Berdasarkan kajian literatur yang telah dilakukan, penelitian ini diarahkan untuk menguji pengaruh variasi jarak *spray* dan jumlah pelapisan pada proses *enamel coating* terhadap ketebalan lapisan elemen *air preheater*. Kedua parameter tersebut dipilih karena berperan dalam menentukan ketebalan akhir lapisan. Penelitian terdahulu umumnya masih membahas jarak *spray* dan jumlah pelapisan secara terpisah serta pada jenis lapisan yang berbeda. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk memperoleh kombinasi parameter yang terbaik mengenai pengaruh kombinasi kedua parameter tersebut terhadap pembentukan lapisan *enamel coating* pada elemen *air preheater*.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini berfokus pada pengaruh variasi jarak *spray* dan jumlah pelapisan dalam proses *enamel coating* terhadap ketebalan lapisan enamel coating pada elemen *air preheater*. Ketebalan lapisan menjadi parameter penting karena dapat menunjukkan kualitas hasil pelapisan serta berpengaruh terhadap kemampuan lapisan dalam melindungi material dari lingkungan korosif. Oleh karena itu,

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui sejauh mana variasi jarak *spray* dan jumlah pelapisan mempengaruhi ketebalan lapisan *enamel coating*. Penelitian ini diarahkan untuk memperoleh kombinasi parameter yang mampu menghasilkan ketebalan lapisan terbaik pada elemen *air preheater*.

1.3 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dirumuskan, maka pertanyaan penelitian dalam penelitian ini adalah:

1. Apakah variasi jarak *spray* dan jumlah pelapisan berpengaruh terhadap ketebalan lapisan *enamel coating* pada elemen *air preheater*?
2. Bagaimana kombinasi parameter jarak *spray* dan jumlah pelapisan terbaik untuk menghasilkan ketebalan lapisan *enamel coating* pada elemen *air preheater* berdasarkan hasil pengujian?
3. Bagaimana hubungan ketebalan lapisan *enamel coating* terhadap daya rekat dan laju korosi pada elemen *air preheater* berdasarkan hasil pengujian.?

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan pertanyaan penelitian yang telah dirumuskan, maka tujuan penelitian dalam penelitian ini adalah:

1. Menganalisis pengaruh variasi jarak *spray* dan jumlah pelapisan terhadap ketebalan lapisan *enamel coating* pada elemen *air preheater*.
2. Mendapatkan kombinasi parameter jarak *spray* dan jumlah pelapisan terbaik untuk menghasilkan ketebalan lapisan *enamel coating* pada elemen *air preheater* berdasarkan hasil pengujian.
3. Mengidentifikasi hubungan ketebalan lapisan *enamel coating* terhadap daya rekat dan laju korosi pada elemen *air preheater* berdasarkan hasil pengujian.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik dalam pengembangan ilmu maupun penerapannya di industri. Adapun manfaat penelitian ini sebagai berikut:

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.5.1 Manfaat bagi Mahasiswa

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi mahasiswa dalam memahami proses *enamel coating*, khususnya terkait pengaruh variasi jarak *spray* dan jumlah pelapisan terhadap ketebalan *coating*. Melalui penelitian ini, mahasiswa tidak hanya memperoleh pemahaman teoritis, tetapi juga pengalaman praktis dalam proses pengujian, serta pengolahan data menggunakan metode Taguchi. Dengan demikian, penelitian ini dapat membantu meningkatkan wawasan akademik, keterampilan teknis, dan kemampuan analisis mahasiswa dalam bidang proses manufaktur.

1.5.2 Manfaat bagi Perusahaan

Bagi perusahaan, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan teknis dalam meningkatkan mutu dan keandalan komponen *air preheater* (APH). Informasi mengenai parameter pelapisan yang optimal dapat membantu perusahaan menerapkan proses *enamel coating* secara lebih efektif, sehingga risiko korosi dapat diminimalkan, biaya pemeliharaan dapat ditekan, dan umur pakai komponen dapat diperpanjang. Selain itu, hasil penelitian ini juga dapat menjadi dasar dalam penyusunan standar operasional pelapisan yang lebih tepat, sekaligus mendukung peningkatan efisiensi pada industri pembangkitan listrik.

1.5.3 Manfaat bagi Kampus

Bagi institusi pendidikan, penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi dalam memperkaya literatur ilmiah di bidang proses manufaktur. Temuan penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan ajar, referensi akademik, serta dasar bagi penelitian lanjutan oleh mahasiswa dan dosen, sehingga dapat mendukung peningkatan kualitas kegiatan akademik. Selain itu, penelitian ini juga dapat memperkuat keterkaitan antara kajian teoritis dan kebutuhan industri, khususnya dalam



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

pengembangan teknologi *enamel coating* pada material yang digunakan pada lingkungan kerja bersuhu tinggi.

1.6 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan yang telah ditetapkan, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini berfokus pada analisis pengaruh jarak *spray* dan jumlah pelapisan terhadap ketebalan lapisan *enamel coating*, tanpa mengikutsertakan variabel proses lainnya seperti tekanan penyemprotan, jenis *nozzle*, atau kecepatan *spray*.
2. Objek penelitian dibatasi pada elemen *air preheater* (APH) dengan material SPCC yang dilapisi menggunakan *vitreous enamel powder*, sehingga hasil penelitian tidak ditujukan untuk komponen atau metode pelapisan lain.
3. Parameter utama yang dianalisis dalam penelitian ini adalah ketebalan lapisan *enamel coating*. Seluruh pengukuran dilakukan menggunakan metode uji standar yang berlaku, tanpa membandingkan variasi metode pengukuran maupun teknik pengujian alternatif.
4. Penelitian ini tidak mencakup analisis komposisi kimia enamel powder, struktur mikro, sifat mekanik, uji termal, maupun pertimbangan ekonomis. Fokus penelitian diarahkan pada pengaruh variabel proses terhadap ketebalan lapisan *enamel coating*.

1.7 Sistematika Penulisan Skripsi

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang penelitian, rumusan masalah, pertanyaan penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan skripsi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas landasan teori dan kajian pustaka yang berkaitan dengan penelitian, meliputi *air preheater*, korosi, *coating*, *enamel coating*, serta faktor-



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

faktor yang mempengaruhi hasil pelapisan, seperti jarak *spray* dan jumlah pelapisan. Selain itu, bab ini juga memuat penelitian terdahulu yang relevan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tahapan pelaksanaan penelitian, meliputi desain penelitian, bahan dan peralatan yang digunakan, spesimen penelitian, variasi parameter berupa jarak *spray* dan jumlah pelapisan, serta metode pengujian yang meliputi uji ketebalan, uji laju korosi, dan uji adhesi.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil penelitian yang diperoleh dari pengujian ketebalan lapisan, laju korosi, dan adhesi pada setiap variasi parameter. Hasil tersebut kemudian dianalisis untuk mengetahui pengaruh jarak *spray* dan jumlah pelapisan, terhadap kualitas lapisan *enamel coating*.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian dan pembahasan, serta saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya maupun penerapan *enamel coating* pada elemen *air preheater*.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis pengaruh variasi jarak *spray* dan jumlah pelapisan terhadap ketebalan lapisan *enamel coating* pada elemen *air preheater*, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Hasil ANOVA menunjukkan bahwa jumlah pelapisan berpengaruh signifikan terhadap ketebalan lapisan enamel coating dengan nilai p-value sebesar 0,006 dan F-value sebesar 24,43. Jarak *spray* tidak berpengaruh signifikan karena memiliki p-value sebesar 0,293 dan F-value sebesar 1,69. Jumlah pelapisan menjadi faktor yang lebih dominan dalam menentukan ketebalan lapisan. Ketebalan tertinggi diperoleh pada spesimen B3 dengan jarak *spray* 100 mm dan 9 kali pelapisan sebesar 527,64 μm . Ketebalan terendah diperoleh pada spesimen C1 dengan jarak *spray* 150 mm dan 3 kali pelapisan sebesar 87,75 μm .
2. Berdasarkan hasil *Grey Relational Analysis*, kombinasi parameter optimal multi-respon diperoleh pada spesimen A2, yaitu jarak *spray* 50 mm dan jumlah pelapisan 6 kali. Kombinasi tersebut memiliki nilai *Grey Relational Grade* aktual tertinggi sebesar 0,716686 dan menempati peringkat pertama dibandingkan kombinasi parameter lainnya. Hasil ini menunjukkan bahwa spesimen A2 memberikan keseimbangan terbaik antara ketebalan lapisan, daya adhesi, dan laju korosi. Parameter optimal tidak hanya ditentukan dari ketebalan lapisan tertinggi, tetapi juga dari performa keseluruhan setiap respon pengujian.
3. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ketebalan lapisan enamel coating tidak memiliki hubungan yang searah dan konsisten dengan daya rekat maupun laju korosi. Peningkatan ketebalan lapisan tidak selalu diikuti oleh

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

peningkatan daya rekat atau penurunan laju korosi. Spesimen B3 memiliki ketebalan tertinggi sebesar 527,64 μm , tetapi daya rekatnya hanya 1,02 MPa dan laju korosinya sebesar 1,3008 mm/y. Daya rekat tertinggi diperoleh pada spesimen C1 sebesar 1,84 MPa, sedangkan laju korosi terendah diperoleh pada spesimen A2 sebesar 1,0768 mm/y. Hasil tersebut menunjukkan bahwa performa lapisan enamel coating tidak hanya ditentukan oleh ketebalan, tetapi juga oleh kualitas ikatan lapisan dan kondisi lapisan yang terbentuk.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan penelitian, saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya disarankan menambahkan pengujian struktur mikro dan porositas lapisan. Pengujian tersebut penting untuk menjelaskan penyebab penurunan adhesi pada lapisan yang terlalu tebal.
2. Penelitian berikutnya juga disarankan menambahkan variasi parameter proses lain, seperti tekanan *spray*, kecepatan *spray gun*, suhu *firing furnace*, waktu pembakaran, dan jenis *nozzle*. Parameter tersebut dapat mempengaruhi pembentukan lapisan *enamel coating*.
3. Perlu dilakukan analisis lebih lanjut menggunakan *Computational Fluid Dynamics* (CFD) untuk mengevaluasi pengaruh ketebalan *enamel coating* terhadap perpindahan panas pada air preheater.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. R. Setyawan and A. A. Rosidah, “Analisis pengaruh variasi jumlah pelapisan dan jarak pelapisan spray coating pada baja AISI 1020 terhadap kekasaran dan laju korosi dengan media air garam,” 2023.
- [2] Affandi *et al.*, “ANALISA KOROSI ATMOSFERIK BAJA KARBON RENDAH DI KECAMATAN MEDAN BELAWAN,” *Multitek Indonesia: Jurnal Ilmiah*, vol. 14, no. 2, pp. 80–88, Dec. 2020.
- [3] D. Fernando, P. Keban, and A. Lahat, “PROSES PEMANFAATAN FLUE GAS SETELAH PEMBAKARAN PADA BOILER PC DI PLTU KEBAN AGUNG 2 X 135 MW,” Politeknik Raflesia, 2021.
- [4] M. Y. Ayasy, Jusafwar, and S. Prasetya, “Analisis Peforma Air Heater Pltu Batu Bara Berdasarkan Perhitungan Asme Ptc 4.3,” *Seminar Nasional Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta*, 2017.
- [5] B. Handriyani, dan Paulus Sukusno, P. Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, J. Teknik Mesin, P. Negeri Jakarta, and J. G. A Siwabessy, “Analisis Pengaruh Air Leakage pada Gas Air Heater Terhadap Efisiensi Boiler,” 2025. [Online]. Available: <http://prosiding.pnj.ac.id>
- [6] S. Arinda *et al.*, “Analisis Laju Korosi Dan Morfologi Permukaan Pada Baja Karbon Dengan Variasi Ketebalan dan Material Pelapisan Terhadap Laju Korosi dan Analisa Morfologi pada Baja Karbon.”
- [7] S. Rhana Rhandika, D. Fernandez, I. Nanda, J. Hamka, A. Tawar, and P. Sumatera Barat, “Pengaruh Variasi Jarak Penyemprotan di dalam Spray booth terhadap Ketebalan Lapisan Cat pada Bodi Kendaraan Effect of Spraying Distance Variation in a Spray booth on Paint Coating Thickness of Vehicle Body Panels”, doi: 10.24036/jtpvi.v4i1.385.
- [8] S. Rossi, F. Russo, and M. Calovi, “Durability of vitreous enamel coatings and their resistance to abrasion, chemicals, and corrosion: a review,” Jan. 01, 2021, *Springer*. doi: 10.1007/s11998-020-00415-3.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [9] Sefian Dwi, Deni Andriyansyah, and Margono Margono, "Pengaruh Jumlah Lapisan Powder Coating Jotun Pada Material Ss400 terhadap Ketebalan, Kekerasan, dan Laju Korosi," *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Elektro dan Komputer*, vol. 5, no. 3, pp. 213–223, Nov. 2025, doi: 10.51903/juritek.v5i3.5360.
- [10] M. Riyan, A. Rizqi, and B. Yunitasari, "Pengaruh Jarak Spray Coating Pada Baja SS400 Terhadap Laju Korosi Di Laut."
- [11] J. Fisika, D. Sakarum, T. Hady, A. Politeknik, E. N. Surabaya, and J. Raya, "Dewo Sakarum / Evaluasi Pengaruh Kecepatan Rotasi Rotor terhadap Efektifitas Rotary Air Preheater Menggunakan Metode ϵ -NTU Evaluasi Pengaruh Kecepatan Rotasi Rotor terhadap Efektifitas Rotary Air Preheater Menggunakan Metode ϵ -NTU," no. 55, 2015.
- [12] "Analisis Pengaruh Penggantian Heating Element Terhadap Kinerja Air Preheater Type Ljungstrom Di PLTU Jateng 2 Adipala 1 $\times$ 660 MW."
- [13] R. Purba, K. Tarigan, S. Silaban, W. Iman, and E. Sihite, "ANALISIS EFEKTIVITAS ALAT PENUKAR KALOR AIR PREHEATER B TIPE ROTARY SEBELUM DAN SESUDAH OVERHAUL DI PLTU UNIT 2 PANGKALAN SUSU 2X200 MW OMU PT INDONESIA POWER."
- [14] S. Sabirin *et al.*, "PERAN INHIBITOR KOROSI PADA PROSES DAN HASIL PRODUKSI BAJA: STUDI LITERATUR REVIEW," 2023.
- [15] Y. S. Maria Astomo Dwi, A. Nugraha, A. Setya Utama, R. Kristianto, and Y. Oscar Andrian, "Effects of Welding Current and Material Thickness on Hardness and Tensile Strength of SPCC Steel Welded Using the Metal Inert Gas (MIG) Process," 2026. [Online]. Available: <https://jurnal.polines.ac.id/index.php/teknik>
- [16] M. Zuchry and R. Magga, "ANALISIS LAJU KOROSI DENGAN PENAMBAHAN POMPA PADA BAJA KOMERSIL DALAM MEDIA AIR LAUT," *Jurnal Mekanikal*, vol. 8, no. 2, pp. 737–741, 2017.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [17] D. Prayoga, A. A. Rosidah, D. Suheni, T. Mesin, T. Adhi, and T. Surabaya, "Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan V (SENASTITAN V) Surabaya."
- [18] Moh. Y. Fillah, S. Hastuti, Nurhadi, and A. N. S. H. Darmo, "ANALISIS TEKANAN UDARA PADA PROSES THERMAL SPRAY ALUMINIUM TERHADAP KEKUATAN ADHESI DAN KETEBALAN LAPISAN COATING PADA BAJA AISI 1020," *ELEMEN : JURNAL TEKNIK MESIN*, vol. 12, no. 1, pp. 1–9, Jun. 2025, doi: 10.34128/je.v12i1.284.
- [19] A. B. Aji, A. Wibawa, B. Santosa, and P. Mulyatno, "Analisa Pengaruh Variasi Ketebalan Serta Jenis Coating Pada Pelat Baja SS400 Terhadap Laju Korosi dan Uji Adhesi," 2024. [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>
- [20] B. Imam and A. Muttaqin, "Telaah Kajian dan Literature Review Design of Experiment (DOE)."
- [21] P. Halimah and Y. Ekawati, "Penerapan Metode Taguchi untuk Meningkatkan Kualitas Bata Ringan pada UD. XY Malang," *JIEMS (Journal of Industrial Engineering and Management Systems)*, vol. 13, no. 1, Feb. 2020, doi: 10.30813/jiems.v13i1.1694.
- [22] K. Batako Pres Terhadap Kualitas Daya Serap Dan Daya Tekan Batako Akhmad Sutoni, W. Setyawan, D. Gunawan, and J. Pasir Gede Raya Cianjur, "Penerapan Metode Taguchi Dalam Interaksi".
- [23] M. Sigit and Y. Ekawati, "Peningkatan Kualitas Produk GRC (Glassfibre Reinforced Cement) Roster pada UD. XYZ Malang Menggunakan Metode Taguchi," 2019. [Online]. Available: <http://ojs.atmajaya.ac.id/index.php/metriss>
- [24] R. Andika, "Kombinasi Grey Relational Analysis (GRA) dan ROC Dalam Penentuan Promosi Jabatan Supervisor," *CHAIN: Journal of Computer Technology, Computer Engineering, and Informatics*, vol. 2, no. 1, pp. 37–44, Jan. 2024, doi: 10.58602/chain.v2i1.94.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [25] D. Handoko, “Kombinasi Metode Pembobotan Entropy dan Grey Relational Analysis dalam Pemilihan Pelanggan Terbaik,” *Jurnal Ilmiah Informatika dan Ilmu Komputer (JIMA-ILKOM)*, vol. 3, no. 2, pp. 70–79, Sep. 2024, doi: 10.58602/jima-ilkom.v3i2.29.
- [26] S. Yuliana, F. Yanuar, and D. Devianto, “Analisis Daya Tekan dan Daya Serap Pada Batako Menggunakan Pendekatan Grey Relational Analysis dan Principal Component Analysis,” *Jurnal ELEMENTER*, vol. 8, no. 2, p. 81, Nov. 2022.
- [27] N. A. Miftah, D. Sukma, E. Atmaja, and A. Oktafiani, “Optimasi Multi-Objektif Proses Pemesinan Milling dengan Metode Taguchi Kolaborasi Grey Relational Analysis,” 2022.
- [28] R. Safitri, E. Wolok, and I. H. Lahay, “Analisis pengendalian kualitas produk roti menggunakan metode taguchi pada UMKM Roti Masempo,” *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, vol. 8, no. 1, pp. 22–31, Jan. 2025, doi: 10.31004/jutin.v8i1.37229.
- [29] Teguh Wahyudi and Agung Supriyanto, “Pengaruh Jarak Penyemprotan Powder Coating Terhadap Ketebalan, Kekerasan, dan Laju Korosi Pada Material SS400,” *Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, vol. 5, no. 3, pp. 274–285, Nov. 2025, doi: 10.55606/teknik.v5i3.8308.
- [30] S. Karidkar and R. Mali, “Optimization of Powder Spray Process Parameters using Taguchi Methodology,” 2017.
- [31] A. D. Saragih, S. Ninien H, S. Sutjipto, D. Masruri, and R. Amir, “Experimental Study of effect of Powder Coating thickness and layers on Hardness and Corrosion properties of Carbon Steel Material,” *International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering*, vol. 08, no. 09, pp. 37–41, 2022, doi: 10.31695/ijasre.2022.8.9.5.
- [32] M. Riyan, A. Rizqi, and B. Yunitasari, “Pengaruh Jarak Spray Coating Pada Baja SS400 Terhadap Laju Korosi Di Laut.”

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [33] J. Hasil *et al.*, “Analisis Pengaruh Tekanan dan Jarak Air Spray Terhadap Ketebalan Coating dan Laju Korosi Pada Baja A36”, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>
- [34] M. Yusuf *et al.*, “Pengaruh Jumlah Lapisan dan Rasio Coating Epoxy pada Pipa JIS G3141 terhadap Ketebalan, Kekasaran Coating, dan Laju Korosi.”
- [35] E. A. Bramestyo, T. C. Wahyudi, A. A. Asroni, and M. T. Thohirin, “Analisis Pengaruh Suhu Terhadap Kuat Lekat Powder Coating Baja Astm A36 Pada Alat Incinerator,” *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, vol. 14, no. 1, Jul. 2025, doi: 10.24127/trb.v14i1.4195.
- [36] S. Rhana Rhandika, D. Fernandez, I. Nanda, J. Hamka, A. Tawar, and P. Sumatera Barat, “Pengaruh Variasi Jarak Penyemprotan di dalam Spray booth terhadap Ketebalan Lapisan Cat pada Bodi Kendaraan Effect of Spraying Distance Variation in a Spray booth on Paint Coating Thickness of Vehicle Body Panels”, doi: 10.24036/jtpvi.v4i1.385.
- [37] A. N. Salih, “Variability Reduction of Electrostatic Powder Coating Process of Ceiling Fan Blades using Taguchi Methodology,” *Indian Journal of Engineering*, pp. 144–153, 2022.
- [38] N. Suhaili Ismail, N. Akmal Fadil, T. Asma Abu Bakar, and J. Bahru, “EFFECT OF STAND-OFF DISTANCE ON THE MICROSTRUCTURAL, MECHANICAL AND PHYSICAL PROPERTIES OF Al-Zn PSEUDO-ALLOY COATING PREPARED VIA WIRE ARC SPRAY PROCESS,” *Nur Suhaili et al. Malaysian Journal of Microscopy*, vol. 18, no. 1, pp. 256–269, 2022.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Laju Korosi

$$CR = \frac{K \cdot W}{A \cdot T \cdot D}$$

$$\text{Konstanta (K)} = 8.76 \times 10^4$$

$$\text{Kehilangan Berat (W)} = \text{gram}$$

$$\text{Luas Permukaan (A)} = 99.96 \text{ cm}^2$$

$$\text{Waktu Perendaman (T)} = 120 \text{ jam}$$

$$\text{Densitas (D)} = 7.85 \text{ gr/cm}^3$$

1. Perhitungan laju korosi spesimen A1

$$CR = \frac{87600 \times 1.3663}{99.96 \cdot 120 \cdot 7.85} = 1.2711 \text{ mm/y}$$

2. Perhitungan laju korosi spesimen A2

$$CR = \frac{87600 \times 1.1575}{99.96 \cdot 120 \cdot 7.85} = 1.0768 \text{ mm/y}$$

3. Perhitungan laju korosi spesimen A3

$$CR = \frac{87600 \times 1.4968}{99.96 \cdot 120 \cdot 7.85} = 1.3925 \text{ mm/y}$$

4. Perhitungan laju korosi spesimen B1

$$CR = \frac{87600 \times 1.4002}{99.96 \cdot 120 \cdot 7.85} = 1.3026 \text{ mm/y}$$

5. Perhitungan laju korosi spesimen B2

$$CR = \frac{87600 \times 1.3632}{99.96 \cdot 120 \cdot 7.85} = 1.2682 \text{ mm/y}$$

6. Perhitungan laju korosi spesimen B3

$$CR = \frac{87600 \times 1.3982}{99.96 \cdot 120 \cdot 7.85} = 1.3008 \text{ mm/y}$$

7. Perhitungan laju korosi spesimen C1

$$CR = \frac{87600 \times 1.4282}{99.96 \cdot 120 \cdot 7.85} = 1.3287 \text{ mm/y}$$

8. Perhitungan laju korosi spesimen C2

$$CR = \frac{87600 \times 1.4037}{99.96 \cdot 120 \cdot 7.85} = 1.3059 \text{ mm/y}$$

9. Perhitungan laju korosi spesimen C3

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$CR = \frac{87600 \times 1.5580}{99.96 \cdot 120 \cdot 7.85} = 1.4494 \text{ mm/y}$$

Lampiran 2. Hasil Uji Adhesi *Pull off Test*

Sampel	Keterangan	Gambar
A1	Jarak 50 mm Jumlah Pelapisan 3 kali	
A2	Jarak 50 mm Jumlah Pelapisan 6 kali	
A3	Jarak 50 mm Jumlah Pelapisan 9 kali	
B1	Jarak 100 mm Jumlah Pelapisan 3 kali	
B2	Jarak 100 mm Jumlah Pelapisan 6 kali	

Hak Cipta :

- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
- Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

B3	Jarak 100 mm Jumlah Pelapisan 9 kali	
C1	Jarak 150 mm Jumlah Pelapisan 3 kali	
C2	Jarak 150 mm Jumlah Pelapisan 6 kali	
C3	Jarak 150 mm Jumlah Pelapisan 9 kali	