

Contents list available at [Sinta](https://sinta)

# ARMATUR

: Artikel Teknik Mesin &amp; Manufaktur

Journal homepage: <https://scholar.ummetro.ac.id/index.php/armatur>

## Analisis pengaruh ketebalan dan jenis Coating terhadap kekuatan Adhesi pada Pelat Baja SA 516 Gr 70

**Muhammad Syauqi Nasrulloh<sup>1\*</sup>, Rachmad Syarifudin H.<sup>2</sup>, Wahyu Dwi K.<sup>3</sup>, Sigit N.<sup>4</sup>**<sup>1,2,3</sup> Prodi Teknik Mesin, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya<sup>4</sup>Dept. Quality Control, PT Boma Bisma Indra, Pasuruan

### ARTICLE INFO

#### Keywords:

*adhesive strength  
coating thickness  
pressure vessel  
pull-off test  
SA 516 Gr 70  
surface preparation*

### ABSTRACT

SA 516 Gr 70 carbon steel is widely used in pressure vessels, requiring a coating system with strong adhesion to prevent failure due to corrosion. Therefore, this study analyzes the effect of coating type and thickness on adhesive strength using the ASTM D4541 tensile test method. Two coating systems were used, namely Interbond 2340 (UPC) and Interline 399, with variations in dry film thickness (DFT) of 75  $\mu\text{m}$ , 125  $\mu\text{m}$ , and 175  $\mu\text{m}$ . Surface preparation was carried out through abrasive blasting with a cleanliness level of Sa 2½, along with control of roughness profile, salt contamination, dust cleanliness, and environmental conditions during application to maintain coating quality. The results show that Interbond 2340 consistently produces higher adhesion than Interline 399 at all thickness variations, with the highest value of 17.09 MPa at a thickness of 125  $\mu\text{m}$ , indicating that this thickness is optimal for increasing the bond strength of the coating with the steel substrate. All specimens met the requirements of ASTM D4541, with Interbond 2340 at a thickness of 125  $\mu\text{m}$  showing the best adhesion and serving as a technical reference for selecting a coating system for pressure vessel applications.

\*Corresponding author: [syauqinasrulloh95@gmail.com](mailto:syauqinasrulloh95@gmail.com)

DOI: <https://doi.org/10.24127/armatur.v7i2.11093>

Received 4 Februari 2026; Received in revised form 26 April 2026; Accepted 30 April 2026

Available online 1 September 2026

## Pendahuluan

Baja karbon adalah sebuah material struktural yang sering digunakan pada industri manufaktur, khususnya untuk struktur *pressure vessel* dan peralatan industri berat lainnya, karena mempunyai sifat mekanik yang baik, ketahanan tinggi, serta material yang relatif terjangkau. Salah satu tipe baja karbon yang sering digunakan yaitu SA 516 Gr 70, yang dirancang untuk aplikasi bertekanan dan temperatur menengah hingga tinggi [1-2]. Namun, performa material ini tidak hanya ditentukan oleh sifat mekaniknya, tetapi juga ketahanan saat di lingkungan kerja, terutama terhadap paparan korosi yang dapat menurunkan keandalan struktur dan keselamatan operasi [3].

Untuk meningkatkan ketahanan korosi, pengaplikasian sistem *coating* pada permukaan baja karbon menjadi metode perlindungan yang penting. Keberhasilan sistem *coating* sangat bergantung pada kekuatan adhesi lapisan terhadap substrat baja, karena kegagalan adhesi dapat menyebabkan terjadinya pengelupasan dan mempercepat penurunan kualitas material. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kekuatan adhesi dipengaruhi oleh jenis *coating*, ketebalan lapisan, serta kondisi permukaan substrat, sehingga parameter tersebut perlu dikendalikan secara tepat untuk memperoleh sistem pelapisan yang optimal [4].

Penelitian terdahulu menyatakan bahwa perlakuan permukaan, variasi jenis *coating*, dan ketebalan lapisan memiliki pengaruh signifikan terhadap kekuatan adhesi dan ketahanan korosi baja karbon. Karakteristik permukaan dan struktur lapisan pelindung berpengaruh terhadap daya rekat *coating* [5]. Selain itu, peningkatan ketebalan *coating* dapat meningkatkan kekuatan adhesi hingga batas optimal [6]. Sementara itu, [7] menyatakan bahwa ketebalan lapisan berpengaruh terhadap respons kimia *coating* yang menentukan efektivitas perlindungan korosi. [8] juga menegaskan bahwa variasi metode aplikasi dan ketebalan lapisan

memengaruhi kualitas serta ketahanan lapisan *coating* pada baja.

Meskipun demikian, kajian eksperimental yang secara khusus membahas mengenai pengaruh jenis dan ketebalan *coating* terhadap kekuatan adhesi pada pelat baja SA 516 Gr 70 masih terbatas, terkhusus pada aplikasi *pressure vessel*. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh jenis dan ketebalan *coating* terhadap kekuatan adhesi pada pelat baja SA 516 Gr 70 melalui pengujian *pull off test*. Jenis *coating* yang diuji yaitu Interline 399 dan Interbond 2340 UPC dengan variasi ketebalan 75  $\mu\text{m}$ , 125  $\mu\text{m}$ , dan 175  $\mu\text{m}$ . Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan teknis dalam pemilihan sistem *coating* yang sesuai untuk aplikasi *pressure vessel* dan komponen industri bertekanan tinggi lainnya.

## Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimental yang dilakukan di PT Boma Bisma Indra (Persero). Penelitian ini diawali dengan study literatur dan observasi lapangan untuk mengetahui secara langsung dasar teoritis dan proses prosedur sistem *coating* serta pengujian kekuatan adhesi. Data penelitian diperoleh melalui rangkaian eksperimen pelapisan dan pengujian material, yang diiringi dengan pencatatan data hasil uji secara terstruktur.

**Variabel Penelitian.** Penelitian ini menggunakan variabel independent, yang meliputi, sebagai berikut:

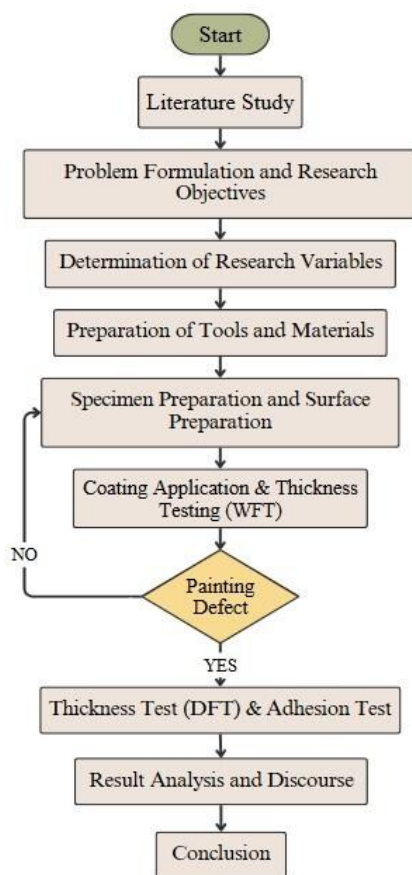
Tabel 1. Variable Independent

Variable Independen	Jenis	Variasi
Coating	Interline 339	
	Interbond 2340 UPC	
Ketebalan Coating		75 $\mu\text{m}$
		125 $\mu\text{m}$
		175 $\mu\text{m}$

Penelitian ini menggunakan dua jenis *coating* yaitu, Interline 399 yaitu *coating* dengan ketahanan korosi dan kimia tinggi, serta Interbond 2340 UPC yang

efektif membentuk film pelindung meski ketahanan kimianya lebih rendah. Keduanya memiliki fungsi yang sama melindungi permukaan baja dan mempengaruhi kekuatan adhesi serta umur pakai material, tergantung ketebalan lapisan *coating* [9].

Penentuan variasi ketebalan lapisan *coating* ditentukan berdasarkan penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa perubahan ketebalan *coating* berpengaruh dalam menentukan kekuatan adhesi dan perlindungan permukaan pada baja, yang nantinya berpengaruh terhadap umur pakai material [6,9].



Gambar 1. Diagram alur penelitian.

### Persiapan Alat Penelitian

Tabel 2. Alat Penelitian

Alat penelitian	Spesifikasi
<i>Airless Spray</i>	0.43 mm
<i>Abrasive Blasting</i>	Garnet 25 mesh
<i>Surface Profile Gauge</i>	ASTM D4417, Method C

<i>Dust Test Kit</i>	<i>Tape test method sesuai ISO 8502-3</i>
<i>Salt Test Kit</i>	<i>Bresle Method Test</i>
<i>WFT Gauge</i>	<i>tipe comb gauge</i>
<i>DFT Gauge</i>	<i>Tipe magnetic temperature</i>
<i>Temp. Gauge</i>	<i>-10-60 °C</i>
<i>Sling Psychrometer</i>	<i>Temp. Dry &amp; Wet Blub</i>
<i>Holiday Test</i>	<i>Elcometer 270</i>
<i>Pull Off Tester</i>	<i>Otomatis Adhesion Tester</i>
<i>DollyTest Adhesive</i>	<i>20 mm Araldite</i>

### Persiapan Bahan Penelitian.

Tabel 3. Bahan Penelitian

Bahan Penelitian	Spesifikasi
Plat Baja SA 516 Gr 70	30cm×30cm×0,5mm.
Matrial Abrasive Garnet	Mesh 25
<i>Coating Interline 399 dan Interbond 2340 UPC</i>	Epoxy
Lem Adhesi Thinner	Araldite GTA220

**Pembuatan Spesimen.** Spesimen pada penelitian ini berupa pelat baja SA 516 Gr 70 berbentuk kotak berukuran 30 cm × 30 cm × 0,5 mm, yang dipotong menggunakan teknik pemotongan api.



Gambar 2. Spesimen Baja SA 516 Gr 70

Plat Baja ini mempunyai perpaduan yang baik antara kekuatan tarik, dan ketahanan, sehingga banyak digunakan pada sektor pembuatan bejana tekan [11]. Tingkat kandungan karbon yang terkontrol membantu meningkatkan kekuatan serta kekerasan bahan, sementara elemen paduan lain seperti mananese dan silikon berperan dalam meningkatkan ketahanan, kekuatan Tarik [2], [12].

Tabel 4. Sifat Mekanik Baja SA 516 Gr 70.

Sifat Mekanik	Nilai
Kekuatan Tarik	510-650 Mpa
Hasil uji tarik	335 Mpa
Perpanjangan saat putus dalam 200mm (min)	17%
Perpanjangan saat putus dalam 50mm (min)	21%

Tabel 5. Komposisi Baja SA 516 Gr 70.

Komposisi	Nilai	Persentase
Carbon	C	0.31
Mananese	Mn	1.2
Phosporus	P	0.035
Sulfur	S	0.035
Silicon	Si	0.45

**Proses Surface Preparations.** *Surface preparation* merupakan tahapan persiapan permukaan spesimen uji sebelum proses pelapisan *coating* untuk memenuhi standar teknis aplikasi. Tujuan utama tahap ini adalah meningkatkan daya rekat *coating* serta efektivitas perlindungan korosi pada pelat baja. Persiapan permukaan dilakukan melalui berbagai metode mekanis yang diawali dengan pembersihan menggunakan pelarut untuk menghilangkan minyak dan kontaminan, dilanjutkan dengan **blower test**. proses *blower test* dilakukan untuk memastikan udara bertekanan bebas dari minyak dan air sesuai sumber ASTM D4285[13]. Selanjutnya,

**Sandblasting.** Proses *sandblasting* dilakukan untuk membersihkan permukaan dan membentuk Profil kekasaran substrat

baja menggunakan abrasive garnet mesh 25 dengan tekanan udara 7 bar hingga mencapai tingkat kebersihan Sa 2½ s. Material uji berada pada kondisi awal grade karat A sesuai sumber SSPC-SP5[14].



Gambar 3. Kondisi Material Sebelum dan Sesudah Proses Sandblasting sesuai SSPC-SP5

**Pemeriksaan tingkat kekasaran permukaan.** Pemeriksaan ini sangat penting karena berpengaruh terhadap daya rekat *coating*, sehingga perlu dilakukan analisis profil permukaan spesimen uji sebelum pengaplikasian *coating*. Proses pemeriksaan tingkat kekasaran diperiksa menggunakan *surface profile gauge*, sesuai dengan sumber ASTM D4417[15]. Hasil perhitungan kekasaran ditentukan menggunakan rumus berikut:

Rumus :

$$Surface\ Profile = T_{measured} - T_{substrate}$$

Keterangan :

$T_{measured}$  : ketebalan pita setelah ditekan

$T_{substrate}$  : ketebalan film dasar ( ± 50 μm)



Gambar 4. Alat Surface Profile

Hasil Perhitungan *Surface Profile*

1. Spesimen 1 100μm–50μm : 50μm
2. Spesimen 2 116μm–50μm : 66μm
3. Spesimen 3 116μm–50μm : 66μm

**Pemeriksaan kadar kontaminasi garam.** kekuatan daya rekat lapisan *coating* juga dipengaruhi oleh kandungan garam

yang berada pada permukaan substrat. Oleh karena itu, Pemeriksaan kadar kontaminasi garam dilakukan menggunakan Salt Contamination Test dengan waktu 10 menit, yang ditentukan dengan menggunakan stopwatch untuk memastikan hasil yang akurat[16]. hasil pengujian dihitung menggunakan rumus berikut.

Rumus *Salt Test*, sesuai sumber ISO 8502-6.

$$SC = Cs - Cb \quad [16]$$

Keterangan :

- SC : Kadar kontaminasi garam permukaan ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ )
- Cs : Nilai konduktivitas larutan hasil ekstraksi dari permukaan uji ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ )
- Cb : Nilai konduktivitas larutan blanko (air suling) ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ )

Hasil Perhitungan :

- Cs :  $1,8\mu\text{g}/\text{cm}^2$
- Cb :  $0,3\mu\text{g}/\text{cm}^2$
- SC :  $1,8-0,3 : 1,5\mu\text{g}/\text{cm}^2$



Gambar 5. *Salt Contamination Test*

**Pemeriksaan Kebersihan permukaan.** Pemeriksaan kebersihan ini dilakukan dengan mengukur tingkat kebersihan debu, karena partikel debu pada permukaan baja dapat menghambat ikatan adhesi dan menurunkan ketahanan korosi lapisan *coating*, yang mengacu pada ISO 8502 dan dievaluasi menggunakan metode *Dust Level Assessment* sesuai ISO 8502-3[17]. Persiapan permukaan yang kurang optimal berpotensi menyebabkan kegagalan *coating* [18]–[20].



Gambar 6. Hasil pemeriksaan Dust Level



Gambar 7. Hasil pemeriksaan Dust Level

Hasil pengujian *Dust Level Assessment* berdasarkan ISO 8502-3[17] memperoleh hasil rating 1 pada skala 1–5, yang merepresentasikan tingkat kebersihan permukaan tertinggi.

**Pemeriksaan Kondisi Lingkungan.** Selain faktor persiapan substrat baja, kondisi lingkungan juga berpengaruh terhadap kualitas aplikasi *coating*. Kondisi lingkungan yang dikendalikan meliputi *relative humidity* dan *dew point temperature*. Pengukuran dry bulb, wet bulb, serta suhu permukaan untuk memastikan aplikasi memenuhi persyaratan teknis.



Gambar 8. Pemeriksaan Kondisi *Temperature* dengan *sling psychrometer*

Tabel 6. Hasil Pemeriksaan Kondisi Lingkungan

Kandungan		Nilai
Dry	Bulb	32 °C
<i>Temperature</i>		
<i>Wet Blub temperature</i>		28 °C
<i>Relative Humidity</i>		74 %
<i>Dew Point</i>		27 °C
<i>Material Temperature</i>		33 °C

Berdasarkan tabel tersebut hasil pemeriksaan memenuhi persyaratan teknis untuk pelaksanaan *coating*.

**Proses Coating.** Proses merupakan proses pelapisan pelindung yang berfungsi memisahkan permukaan logam dari sifat korosif untuk mengurangi laju korosi dan memperpanjang umur pakai baja [21], [22]. Penelitian ini menggunakan dua jenis *coating*, yaitu Interline 399 berbasis epoxy dan Interbond 2340 UPC berbasis alkyd. Sebelum proses *coating*, prosedur aplikasi disesuaikan dengan Engineering Instruction Sheet (EIS), disertai pemeriksaan tekanan kompresor, kondisi air spray gun, dan saluran udara. berikut *Engineering Instruction Sheet EIS* ditunjukkan pada tabel 7 dan variasi *coating* ditunjukkan pada tabel 8 yang akan digunakan dalam penelitian ini,

Tabel 7. *Engineering Instruction Sheet*.

Deskripsi	Keterangan
Nama Cat	Interline 399 & Interbond 2340 UPC
Jenis <i>Coating</i>	epoxy
Perbandingan Campuran	5:1
Metode Aplikasi	<i>Airless spray</i>
WET FT	125-300 Mikron
DRY FT	75/125/175 Mikron
Waktu Kering	8 Jam, pada 25°C
Kering bebas sentuh	5 Jam, pada 25°C
Thiner	GTA220
Volume thiner	0-15
Ukuran nozzel	0,43-0,6
Tekana nozzle	Min 3000
Jarak semprot	30-40cm
<i>DRY air temperature</i>	Max 40
<i>WET air temperature</i>	Max 43
Batas waktu penyampuran cat	3 Jam pada 25°C

Tabel 8. DFT Variasi Ketebalan dan Jenis *Coating*

Specimen	Jenis <i>Coating</i>	DFT(μm)
1 BA		75
2 BA		125

3 BA	Interbond 2340 UPC	175
1 LA		75
2 LA	Interline 399	125
3 LA		175

Keterangan:

BA: Spesimen berlapisan Interbond 2340 UPC untuk pengujian Adhesi

LA: Spesimen berlapisan Interline 399 untuk pengujian Adhesi

Pengaplikasian *coating* pada material dilakukan maksimal selama 4 jam setelah proses blasting. karena jika dilakukan lebih dari 4 jam, material akan mengandung zat pengotor seperti debu dan uap air. Setelah proses *coating* dilakukan pengujian ketebalan wet film untuk memastikan ketebalan *coating* sudah sesuai yang diinginkan.



Gambar 9. pengaplikasikan *coating*

Proses pemeriksaan ketebalan *coating* dalam keadaan cat masih basah disebut dengan Wet film thickness. Untuk melakukan pengujian ini, alat yang digunakan adalah *Wet Film Comb*, dan rumus yang digunakan adalah :

$$DFT : \frac{WFT \times \text{Volume Solid \%}}{100} \quad [23]$$

$$WFT : \frac{DFT}{\text{Volume Solid \%}} \quad [23]$$

Tabel 9. Hasil Pengujian WFT

Spesimen	Jenis Coating	WFT( $\mu\text{m}$ )
1 BA		125
2 BA	Interbond 2340	208,3
3 BA	UPC	291,6
1 LA		111,9
2 LA	Interline 399	186,5
3 LA		261,1



Gambar 10. Wet Film Combat

Pengujian *Dry Film Thickness (DFT)* dilakukan untuk menentukan ketebalan lapisan *coating* setelah spesimen melalui proses pengeringan. Proses pengeringan *coating* dilakukan dengan menggunakan oven pada suhu  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  sesuai spesifikasi suhu pengeringan *coating* pada *Engineering Instruction Sheet (EIS)*, Setelah *coating* kering, pemeriksaan ketebalan lapisan kering dengan alat ukur DFT, Memperoleh hasil pengujian dan proses pemeriksaan berikut.



Gambar 11. Tahapan pengeringan *coating* pada *specimen uji*.



Gambar 12. Tahap Pengujian Dry Film Thickness (DFT)

Tabel 10. Hasil Pengujian *Dry Film Thickness (DFT)*

Specimen	Jenis Coating	DFT			Rata Rata( $\mu\text{m}$ )
		Uji 1	Uji 2	Uji 3	
1 BA	Interbo	74	76	79	76
2 BA	nd 2340	124	12	123	124
3 BA	UPC	177	17	180	177
1 LA	Interlin	76	74	79	76
2 LA	e 399	126	12	124	126
3 LA		175	18	174	176

**Pengujian Adhesi.** Pengujian adhesi atau daya rekat *coating* dilakukan dengan metode *pull off test* sesuai dengan standar ASTM D 4541- 02[24]. Alat yang digunakan untuk pengujian ini adalah *Adhesion tester*. Prosedur dari pengujian ini yaitu dengan menempelkan dolly dengan ukuran 20 mm pada permukaan spesimen yang sudah kering menggunakan lem khusus yaitu araldite. Sebelum menempelkan dolly, permukaan spesimen harus bersih dari debu atau kontaminan lainnya, kemudian setelah Dolly diletakkan lalu rekatkan lakban hitam pada dolly ke sisi spesimen untuk mengunci supaya tidak tergeser selama proses pengeringan berlangsung,



Gambar 13. Pemasangan Dolly

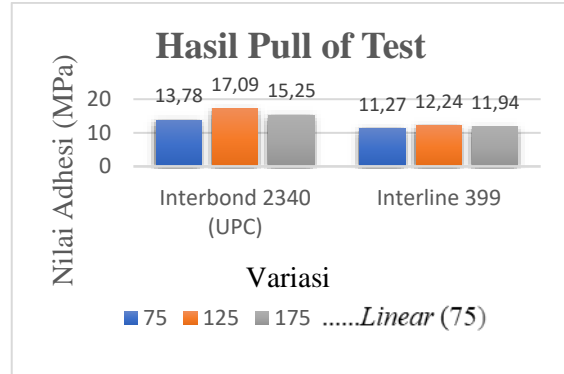
Dolly direkatkan pada permukaan spesimen seperti pada Gambar 14 dan proses pengeringan di lakukan selama 24 jam hingga perekat mencapai ikatan optimal. Selanjutnya, lapisan *coating* di sekitar dolly dipotong menggunakan *dolly cutter* untuk membatasi area uji tarik. Pengujian adhesi kemudian dilakukan dengan memasang *portable adhesion tester* dan memberikan beban tarik hingga dolly terlepas dari permukaan spesimen, yang mengindikasikan terjadinya kegagalan adhesi lapisan *coating* [25].

Proses *pull off test* disajikan pada gambar 15. Pada penelitian ini menggunakan 3 spesimen uji, setiap specimen uji dilakukan pengujian sebanyak 3 pengujian dengan rincian setiap specimen menggunakan 2 Jenis *Coating* dan 3 Variasi Ketebalan, Tabel 7 merupakan hasil kuantitatif daya rekat atau adhesi dengan menggunakan *portable adhesive tester*



Gambar 14. *Pull off test*

## Hasil Dan Pembahasan



Gambar 15. Hasil *Pull of Test*

Berdasarkan Hasil *pull off test* pada gambar tersebut, menunjukkan hasil sistem coating Interbond 2340 (UPC) memiliki kekuatan adhesi yang lebih baik dibandingkan Interline 399 pada seluruh variasi ketebalan, dengan nilai maksimum pada ketebalan 125  $\mu\text{m}$  sebesar 17,09 MPa yang menunjukkan ketebalan maksimal, sementara Interline 399 memperlihatkan adhesi yang relatif stabil namun lebih rendah, dan seluruh hasil telah memenuhi batas minimum adhesi sesuai standar ASTM D4541[26]

## KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa jenis dan ketebalan *coating* berpengaruh signifikan terhadap kekuatan adhesi pada pelat baja SA 516 Gr 70. Berdasarkan hasil uji pull-off sesuai ASTM D4541[26], sistem coating Interbond 2340 (UPC) menghasilkan nilai adhesi yang lebih tinggi dibandingkan Interline 399 pada seluruh variasi ketebalan, dengan nilai maksimum sebesar 17,09 MPa pada ketebalan 125  $\mu\text{m}$  yang mengindikasikan adanya ketebalan optimum dalam meningkatkan kekuatan ikatan lapisan terhadap substrat baja. Seluruh spesimen memenuhi persyaratan standar, sehingga kedua sistem coating dinyatakan layak digunakan. Secara praktis, hasil ini memberikan rekomendasi bagi industri bahwa penggunaan Interbond 2340 pada ketebalan 125  $\mu\text{m}$  dapat dijadikan acuan teknis dalam pemilihan sistem coating untuk aplikasi bejana tekan yang menuntut performa adhesi tinggi. Penelitian

selanjutnya disarankan untuk mengevaluasi kinerja jangka panjang sistem coating melalui pengujian ketahanan korosi dan pengaruh kondisi operasi yang lebih beragam guna mendukung implementasi pada lingkungan industri sebenarnya.

#### Daftar Pustaka

- [1] S.A. et al., 2020. Study of mechanical properties of carbon steel plate SA-516 Gr.70 welded by SAW using V-shape joint design. *Engineering and Technology Journal* 38(2), 152–165.
- [2] Conte, R. et al., 2024. Submerged arc welding process: enhancement of production performance based on metallurgical observations. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 134, 781–793.
- [3] Coêlho, G.C. et al., 2023. Ductile fracture behavior of ASTM A516 Gr.70 pressure vessel steel by ASTM and ISO fracture toughness standards. *Metals* 13(5), 867.
- [4] Pessoa, M.O. et al., 2024. Anticorrosion and adhesion performance of a monolayer and double layer silane-epoxy coating systems applied on carbon steel. *Surface and Coatings Technology* 485, 130909.
- [5] Hango, S.I. et al., 2024. Corrosion behaviour of a Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> coating on mild steel in synthetic mine water. *International Journal of Corrosion* 2024, 1–10.
- [6] Irwansyah, A.A. et al., 2024. Analysis of primary coating thickness effects on adhesion strength in S355J2+N steel material. *Journal of Metallurgical Engineering and Processing Technology* 5(1), 78.
- [7] Paula, A.S. et al., 2024. Influence of organic coating thickness on electrochemical impedance spectroscopy response. *Coatings* 14(3), 285.
- [8] Rakhadilov, B. et al., 2024. Influence of spraying process parameters on the characteristics of steel coatings produced by arc spraying method. *Coatings* 14(9), 1145.
- [9] T. D. Widodo, “The Effect of Different Levels of Cleanness of the Pre-coat Surface on Adhesion and Corrosion Performance of A36 Steel with Epoxy Coating,” *SINERGI*, vol. 30, N, pp. 103–112, 2026.
- [10] Heidarinejad, A. and Ashrafizadeh, F., 2024. Influence of surface texture and coating thickness on adhesion of nickel plated coatings to aluminium substrate. *Journal of Manufacturing Processes* 120, 435–448.
- [11] Narayanan, R. et al., 2025. Effect of nano TiO<sub>2</sub> flux on depth of penetration and mechanical properties of TIG-welded SA516 Grade 70 steel joints—an experimental investigation. *Metals* 15(4), 399.
- [12] Rakhadilov, B. et al., 2025. Effect of technological parameters of detonation spraying on the properties of Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> coatings. *Coatings* 15(8), 943.
- [18] Peng, Y. et al., 2022. Theoretical and experimental study of spontaneous adsorption-induced superhydrophobic Cu coating with hierarchical structures and its anti-scaling property. *Surface and Coatings Technology* 441, 128557.
- [19] Sativa, Z. et al., 2024. Analisis pengaruh perbedaan surface preparation dengan variasi jenis cat

- terhadap kekuatan adhesi dan ketahanan impact coating pada baja SS400. *Jurnal Rekayasa Mesin* 15(2), 1129–1141.
- [20] Wijaya, I. et al., 2024. Analysis the effect of different surface preparation methods on corrosion resistance and adhesion strength of ASTM A36 steel substrate with surface tolerant epoxy paint as coating material. *Journal of Engineering Science Research* 6(1).
- [21] Setyawan, I.R. and Rosidah, A.A., 2023. Analisis pengaruh variasi jumlah pelapisan dan jarak pelapisan spray coating pada baja AISI 1020 terhadap kekasaran dan laju korosi dengan media air garam. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia* 18(2), 10–14.
- [22] Budiarto, U. et al., 2024. Analisis penerapan coating pada baja ASTM A36 dengan variasi cat terhadap laju korosi, kekuatan adhesi dan ketahanan impact coating. *Jurnal Rekayasa Mesin* 15(3), 1253–1269.
- [23] Jung, K.I. et al., 2022. Crosslinking characteristics of dual-curable blocked isocyanate with thermal radical initiator for lowering curing temperature of automotive clearcoats. *Progress in Organic Coatings* 163, 106611.
- [25] Wang, L. et al., 2021. Epitaxial growth and stoichiometry control of ultrawide bandgap ZnGa<sub>2</sub>O<sub>4</sub> films by pulsed laser deposition. *Coatings* 11(7), 782.
- [13] ASTM Committee D-33, 1999. Standard Test Method for Indicating Oil or Water in Compressed Air (ASTM D4285-98). ASTM International, West Conshohocken.
- [14] SSPC, 2007. Joint Surface Preparation Standard: SSPC-SP 5/NACE No.1 White Metal Blast Cleaning. The Society for Protective Coatings, Pittsburgh.
- [15] ASTM International, 2014. Standard Test Methods for Field Measurement of Surface Profile of Blast Cleaned Steel. ASTM International, West Conshohocken.
- [16] International Organization for Standardization (ISO), 2006. Preparation of Steel Substrates Before Application of Paints and Related Products. ISO, Geneva.
- [17] International Organization for Standardization (ISO), 2017. Preparation of Steel Substrates Before Application of Paints and Related Products. ISO, Geneva.
- [24] ASTM International, 2002. Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers (ASTM D4541-02). ASTM International, West Conshohocken.
- [26] ASTM International, 2022. Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers (ASTM D4541-22). ASTM International, West Conshohocken.