

## ANALISIS TEKANAN UDARA PADA PROSES *THERMAL SPRAY ALUMINIUM* TERHADAP KEKUATAN ADHESI DAN KETEBALAN LAPISAN *COATING* PADA BAJA AISI 1020

1,2) Program Studi Teknik  
Mesin, Universitas Tidar  
3,4) Program Studi Teknologi  
Rekayasa Perancangan  
Manufaktur, Universitas  
Tidar

Moh. Yusron Fillah<sup>1)</sup>, Sri Hastuti<sup>2)</sup>, Nurhadi<sup>3)</sup>,  
Adityo Noor Setyo Hadi Darmo<sup>4)</sup>

Corresponding email <sup>1)</sup> :  
[yusronfilla@gmail.com](mailto:yusronfilla@gmail.com)

Received: 08.08.2024  
Accepted: 17.04.2025  
Published: 28.06.2025

©2025 Politala Press.  
All Rights Reserved.

**Abstrak.** *Thermal spray aluminium* (TSA) adalah metode pelapisan untuk mencegah adanya kerusakan terhadap permukaan logam serta meningkatkan kualitas permukaan logam dengan ikatan *coating*. Standar *coating* memiliki ketebalan minimal sebesar 80-100  $\mu\text{m}$ . Menurut AWS C2.23M/C2.23, NACE N0.12, SSPC CS-23, *coating* yang terendam air laut akan mengalami penurunan ketebalan *coating* sebesar 20  $\mu\text{m}$ . Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji tekanan udara proses *thermal spray coating* pada baja AISI 1020 terhadap kekuatan ikatan *coating* pada *base metal*. Penelitian ini menggunakan variasi tekanan udara 3 bar, 3.5 bar, dan 4 bar. Pengujian yang dilakukan yaitu *dry film thickness*, *pull off adhesive*, dan uji *bending*. Hasil pengujian *dry film thickness* menunjukkan semakin tinggi tekanan udara, maka ketebalan *coating* meningkat. Hasil uji *pull off adhesive* menunjukkan semakin tinggi tekanan udara kekuatan lapisan juga semakin meningkat. Hasil uji *bending* menunjukkan hasil yang sesuai dengan *standar practice item No.21100* dimana tidak ada retak dan mengalami retakan kecil masih diperbolehkan.

**Kata Kunci:** *Thermal spray aluminium, baja AISI 1020, Kekuatan ikatan, Coating, tekanan udara*

**Abstarct.** *Thermal spray aluminum* (TSA) is a coating method to prevent damage to metal surfaces and improve the quality of metal surfaces with coating bonding. The coating standard has a minimum thickness of 80-100  $\mu\text{m}$ . According to AWS C2.23M/C2.23, NACE N0.12, SSPC CS-23, coatings submerged in seawater will experience a decrease in coating thickness of 20  $\mu\text{m}$ . This study aims to examine the air pressure of the thermal spray coating process on AISI 1020 steel on the bond strength of the coating on the base metal. This research uses air pressure variations of 3 bar, 3.5 bar, and 4 bar. The tests carried out are dry film thickness, pull off adhesive, and bending test. The dry film thickness test results show that the higher the air pressure, the coating thickness increases. The pull off adhesive test results show that the higher the air pressure the bonding strength of the coating also increases. The bending test results show results that are in accordance with standard practice item No.21100 where there are no cracks and small cracks are still allowed.

**Keywords:** *Thermal spray aluminum, AISI 1020 steel, Bond strength, Coating, Air pressure*

To cite this article: <https://doi.org/10.34128/je.v12i1.284>

### 1. Pendahuluan

Baja adalah logam yang paling banyak dipakai dalam kehidupan. Luasnya pemakaian ini disebabkan oleh biaya yang relatif murah dalam proses pembuatan dan beragam sifat yang dimiliki oleh baja. Baja karbon adalah paduan besi dan karbon dimana unsur karbonnya sangat menentukan sifat mekanik dan fisik, sedangkan unsur paduan yang lainnya bersifat sebagai pendukung [1]. Baja memiliki peran penting di dalam industri perkapalan,

dan menempati urutan pertama sebagai komponen bangunan kapal, mesin utama kapal, mesin bantu kapal, hingga pada sistem persenjataan [2].

Kategori baja dibagi menjadi tiga yaitu baja karbon rendah, baja karbon sedang, dan baja karbon tinggi. Baja masuk dalam kategori logam *Ferro*, karena kandungan utama berupa besi (*ferro*). Baja mengandung karbon bervariasi dari kandungan yang sangat rendah 0,005% sampai kandungan tertinggi 2,0% [3].

Baja AISI 1020 merupakan salah satu baja karbon rendah dengan unsur karbon (1,40-1,70)% Ni, (0,90-1,40)% Cr, dan (0,20-0,30)% Mo [4]. Pada konstruksi perkapalan, penggunaan baja sangat banyak ditemukan. Khususnya baja dengan jenis AISI 1020 adalah jenis baja yang sering digunakan dalam konstruksi dan pipa-pipa pada kapal laut [5]. Sehingga akan mudah terkena perubahan bentuk akibat faktor dari luar dan pemakaian yang berkelanjutan, maka dari itu pelapisan harus dilakukan agar tidak terjadinya perubahan bentuk dari logam substrat yang akan menyebabkan kegagalan fungsi serta kerugian pada konstruksi.

Aluminium adalah logam *non-ferro* yang memiliki kegunaan yang begitu luas, dari mulai industri manufaktur hingga industri kesehatan. Aluminium memiliki peranan yang sangat besar pada perkembangan industri di seluruh dunia, dikarenakan aluminium memiliki sifat unggul yang tidak dimiliki logam lain, seperti ketahanan terhadap korosi, memiliki berat massa yang ringan, daya hantar panas yang bagus, dan dapat menjadi konduktor listrik yang baik. Aluminium memiliki berat jenis hanya sekitar 2,7 gr/cm<sup>3</sup> atau sekitar sepertiga dari berat jenis baja. Ini merupakan alasan mengapa aluminium sering digunakan dalam pembuatan kendaraan, berbagai komponen pesawat, dan sarana transportasi lainnya [6].

*Thermal Spray* adalah metode pelapisan dengan memanfaatkan energi *thermal* untuk mencairkan bahan lapisan yang memiliki tujuan meningkatkan kualitas dari produk yang akan diaplikasikan dengan memberikan lapisan yang tahan terhadap erosi, abrasi, dan oksidasi, serta memberikan umur yang lebih Panjang untuk produk. Metode *thermal spray coating* yang biasa digunakan seperti *High Velocity Oxygen Fuel (HVOF)*, *Powder Oxygen Fuel Spraying* dan *Electrical Twin Wire Arc Spraying (TWAS)* [7].

*Electric Arc Wire Spray* merupakan metode pelapisan pada logam dengan memanfaatkan panas listrik untuk melelehkan material pelapis yang berupa aluminium, dengan cara menyemprotkan material pelapis yang sudah meleleh ke permukaan material yang akan dilapisi. Produk yang dihasilkan dengan metode *electric arc wire spray* dapat diatur kualitasnya dengan mengatur beberapa faktor penting seperti tekanan udara, jarak penyemprotan, daya yang digunakan, pengaturan *feed wire*, sudut penyemprotan, dan juga bentuk *nozzle*. Faktor-faktor tersebut dapat disesuaikan untuk menghasilkan hasil yang diharapkan. Mengontrol variabel-variabel ini dapat mengoptimalkan hasil dari proses *electric arc wire spray* untuk mendapatkan kualitas yang diinginkan [8].

Dalam penelitian yang telah dilakukan oleh [9] tentang pengaruh tekanan pada proses *thermal spray coating* 95 MXC pada impeller pompa berbahan *stainless steel 304* menyatakan bahwa tekanan udara pada proses *thermal spray coating* sangat berpengaruh pada hasil dari proses pelapisan tersebut dan telah didapatkan hasil bahwa semakin kecil *compressed air pressure* yang digunakan pada proses *coating* akan menurunkan presentase porositas dan *unmelt* pada permukaan lapisan *coating*, sehingga kekerasan yang dihasilkan meningkat.

Dari penelitian sebelumnya yang telah dikaji mengenai pengaruh tekanan udara pada proses *thermal spray coating*, belum ada referensi tentang kajian penggunaan proses *thermal spray aluminium* pada baja AISI 1020. Pada penelitian ini akan berfokus tentang bagaimana pengaruh tekanan udara pada proses *thermal spray aluminium* terhadap kekuatan ikatan lapisan dan ketebalan *coating* aluminium pada material baja AISI 1020.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka akan dilakukan penelitian tentang pengaruh tekanan udara pada proses *thermal spray aluminium* terhadap kekuatan ikatan lapisan pada baja AISI 1020. Maka penelitian ini akan mengkaji variasi tekanan udara 3 bar, 3.5 bar, dan 4 bar. Diharapkan dari penelitian ini memberi manfaat serta pengetahuan kepada pihak yang berkaitan dengan bidang *thermal spray coating*, dan dapat meningkatkan kualitas permukaan baja serta memperpanjang umur pemakaian dari baja.

## 2. Metodologi Penelitian

### Metode penelitian

Metode yang dipakai dalam penelitian ini yaitu metode eksperimental. Pengujian akan dilakukan dengan menggunakan material baja AISI 1020 berjumlah 24 spesimen yang meliputi 9 spesimen untuk di uji *bending* dengan dimensi 300 x 30 mm dan 15 spesimen untuk uji *dry film thickness* dan uji *pull off adhesive* dengan dimensi 30 x 30 mm. Pada saat proses *thermal spray aluminium* menggunakan variasi tekanan udara 3 bar, 3.5 bar, dan 4 bar. Pengambilan nilai kekuatan ikatan lapisan menggunakan uji *pull off adhesive*, ketebalan lapisan menggunakan uji *dry film thickness*, dan bentuk penampang lapisan menggunakan uji *bending*.

### Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan 3 variabel yang digunakan sebagai acuan dalam proses penelitian, sebagai berikut:

## 1) Variabel bebas

Variabel bebas disebut variabel pengaruh, hal tersebut dikarenakan fungsinya mempengaruhi variabel lain. Variabel bebas dalam penelitian ini pada saat pengambilan jarak yang digunakan selama proses pelapisan.

## 2) Variabel terikat

Variabel terikat ini dipengaruhi variabel lain, oleh karena itu variabel ini biasa disebut variabel terpengaruh. Variabel terikat pada penelitian ini yaitu :

- Karakteristik lapisan *coating* terhadap gaya lekat.
- Ketebalan lapisan.
- Kemampuan *bending*.

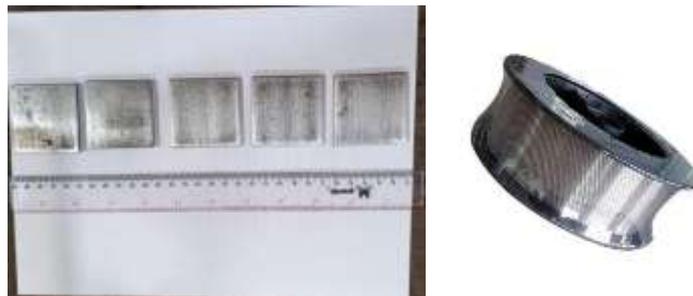
## 3) Variabel kontrol

Variabel kontrol adalah variabel yang membatasi (sebagian kendali) dari pembandingan penelitian yang dilakukan. Variabel kontrol pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Mesin *thermal arc spray* SX 400..
- Material menggunakan aluminium tipe 1100.
- Baja substrat yang digunakan berupa baja AISI 1020.
- Voltase yang digunakan yaitu 38 V.
- Arus 200 Ampere.
- Tekanan udara sebesar 3 bar, 3.5 bar, dan 4 bar.
- Substrat dilapisi dengan 3 lapisan.

### Bahan

Pada penelitian ini bahan yang digunakan dibagi menjadi 2 kategori yaitu bahan untuk *base metal*, dan bahan untuk *coating*. Bahan untuk *base metal* merupakan baja karbon rendah AISI 1020, sementara bahan untuk *coating* ialah aluminium dengan seri 1100 yang memiliki kandungan aluminium 99%.



Gambar 1. Baja AISI 1020 dan Wire aluminum tipe 1100.

### Tahapan Penelitian

## a) Preparasi sampel

Persiapan permukaan menggunakan metode *hand tool* mengacu pada standar *SSPC SP.2*. Pembuatan permukaan substrat dalam penelitian ini menggunakan *sandpapering grade #60*. Persiapan permukaan bertujuan untuk menghasilkan permukaan yang abrasive. Metode inspeksi atau pengecekan visual menggunakan gambar dari standar *ISO 8501*, bertujuan supaya permukaan yang akan di *coating* tercipta dengan baik dan maksimal. Kriteria yang harus dicapai yaitu terhindar dari kontaminasi minyak, oksida, karat, dan bahan pengotor non logam lainnya. Kadar garam yang terdapat pada material juga harus diminimalkan, serta preparasi harus dilakukan pada ruangan yang mempunyai kelembapan suhu ruangan normal [10]. *Surface Preparation* mengacu pada standar *SIS-055900-1967 / ISO 8501 Sa 2,5* untuk standar kebersihan permukaan yang harus dipenuhi. Standar acuan berupa foto untuk pembandingan inspeksi visual.



Gambar 2. Sa 2.5 Very thorough blast cleaning

b) Proses *thermal spray aluminium*

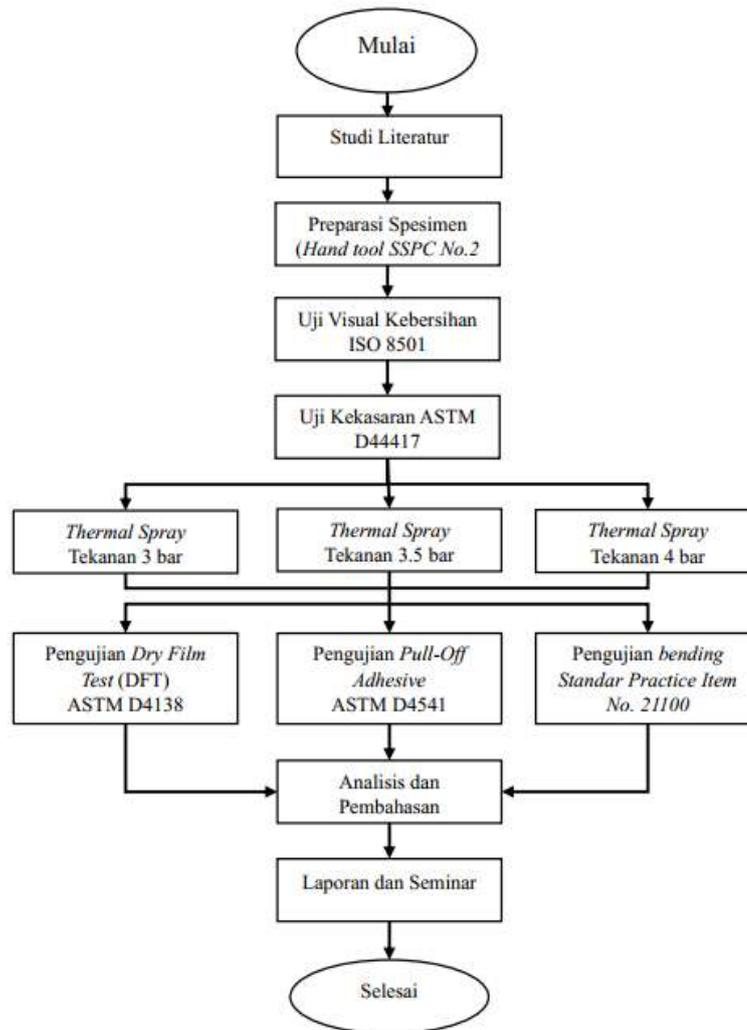
Pada tahapan ini material akan dilapisi *coating* aluminium menggunakan mesin *thermal spray SX 400*, proses *thermal spray aluminium* menggunakan 3 variasi tekanan udara yaitu 3 bar, 3.5 bar, dan 4 bar. Spesimen yang akan dilakukan proses *thermal spray aluminium* sebelumnya telah dilakukan *surface preparation*.



**Gambar 3.** Proses (a) *thermal spray aluminium* dan (b) hasil *thermal spray aluminium*

## c) Proses Pengujian Spesimen

Spesimen yang telah dilakukan *thermal spray aluminium* akan dilakukan pengujian yaitu uji *dry film thickness* menggunakan alat *coating thickness gauge* dengan mengacu pada standar ASTM D4138 [11]. Uji *pull off adhesive* menggunakan alat *adhesion tester* dengan mengacu pada standar ASTM D4541 [12]. Kemudian uji *bending* dengan kelengkungan 180° sesuai standar SSPC.NO. 21100 [13].



**Gambar 4.** Diagram alir

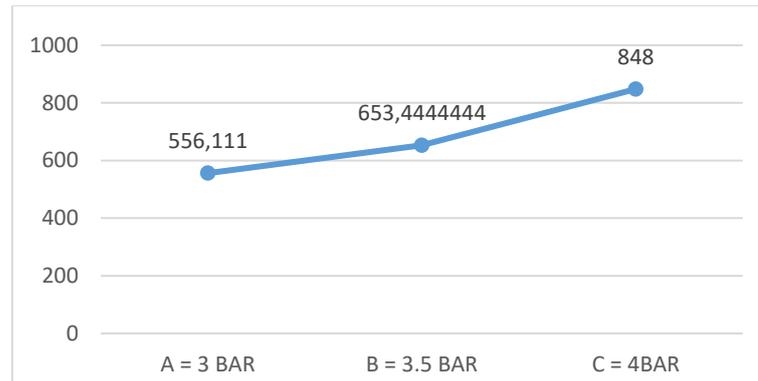
### 3. Hasil dan Pembahasan

#### Hasil uji *dry film thickness*

Pengujian ini menggunakan alat uji *coating thickness gauge* dan mengacu pada standar ASTM D4138. Metode pengambilan data dalam pengujian ini dilakukan pada setiap spesimen dimana setiap spesimen akan dilakukan 3 kali pengujian pada titik yang di beri kode A, B, dan C. Hal ini dilakukan agar nilai yang diperoleh pada setiap spesimennya akurat.

**Tabel 1.** Nilai uji *dry film thickness*

Variasi	No Spesimen	Titik Pengambilan Nilai DFT			Rata-Rata (µm)
		A	B	C	
3 bar	1	444	738	343	508.3333
	2	557	570	562	563
	3	549	541	701	597
Rata-Rata Nilai DFT tekanan udara 3 bar					<b>556.111</b>
3.5 bar	1	557	612	635	601.3333
	2	590	811	661	687.3333
	3	848	617	550	671.6667
Rata-Rata Nilai DFT tekanan udara 3.5 bar					<b>653.4444</b>
4 bar	1	1049	779	610	812.6667
	2	755	949	901	868.3333
	3	661	1045	883	863
Rata-Rata Nilai DFT tekanan udara 4 bar					<b>848</b>



**Gambar 5.** Grafik nilai uji *dry film thickness*

Berdasarkan hasil uji yang terdapat pada Tabel 1 dan Gambar 5 dapat dilihat nilai rata-rata ketebalan *coating* dengan variasi tekanan 3 bar yaitu 556.111 µm, pada tekanan 3.5 bar yaitu 653.4444 µm, dan pada tekanan 4 bar yaitu 848 µm. terdapat kenaikan nilai dari 3 bar ke 3.5 bar sebesar 97.333 µm, serta pada variasi tekanan 3.5 bar ke 4 bar mengalami kenaikan sebesar 194.555 µm. Dapat diambil Kesimpulan bahwa semakin besar tekanan udara pada proses TSA, maka ketebalan *coating* akan meningkat. Hal ini dikarenakan semakin tinggi tekanan udara maka partikel yang dihasilkan dari proses *thermal spray* akan semakin cepat menutup permukaan substrat dan arah semburan partikel lebih terarah. Ketebalan lapisan *coating* dipengaruhi oleh butiran partikel yang dihasilkan oleh proses *thermal spray*, dimana hal tersebut dapat disesuaikan pada pengaplikasiannya dengan mengubah parameter berpengaruh yang diinginkan [14].

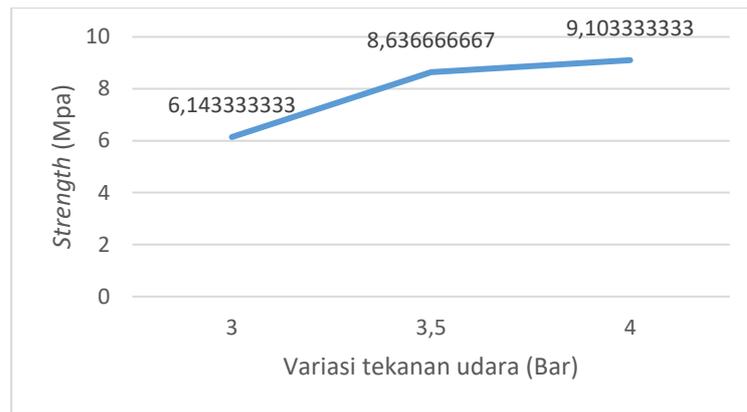
**Hasil uji pull off adhesive**

Pengujian ini dilakukan setelah seluruh spesimen telah dilakukan uji *dry film thickness*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini merujuk pada standar ASTM D4541. Data yang dihasilkan dari pengujian ini berupa data kualitatif (berdasarkan *failure mode*) dan data kuantitatif (berdasarkan *pull off strength*).

Alat yang digunakan pada pengujian ini adalah *pull off tester* dengan diameter *dolly* 20 mm. *Dolly* ditempelkan menggunakan lem *epoxy* (1:1) dan dikeringkan selama 24 jam. Setelah lem *epoxy* mengering, sisa-sisa lem *epoxy* yang keluar dari area *dolly* dibersihkan menggunakan *dolly cutter*, setelahnya dipasang *base support ring* pada alat *adhesion tester* kemudian tuas ditekan secara perlahan sampai *dolly* terlepas dari *coating* aluminium.

**Tabel 2.** Nilai uji *pull off adhesive*

Diameter Dolly 20 mm						
Pull off Adhesive Test						
Variasi	No Spesimen	Adhesive Failure Mode (%)	Cohesive Failure Mode (%)	Glue Failure Mode (%)	Pull of Strength (MPa)	Average (MPa)
3 Bar	A	100 %	-	-	4.4	<b>6.143</b>
	B	100 %	-	-	7.72	
	C	100 %	-	-	6.31	
3.5 Bar	A	80 %	20 %	-	9.72	<b>8.636</b>
	B	70 %	30 %	-	7.85	
	C	75 %	25 %	-	8.34	
4 Bar	A	65 %	-	35 %	9.51	<b>9.103</b>
	B	80 %	-	20 %	7.66	
	C	65 %	-	25 %	10.14	



**Gambar 6.** Grafik nilai uji *pull off adhesive*

Pada Tabel 2 dan Gambar 2 dapat dilihat bahwa hasil data kualitatif dan kuantitatif pada hasil pengujian *pull off adhesive*, data kuantitatif dapat dilihat pada kolom *pull off strength* dengan satuan Mpa. Hasil kekuatan tarik ikatan lapisan pada tekanan penyemprotan 3 bar menghasilkan nilai paling rendah sebesar 6.143 Mpa. Kekuatan Tarik kekuatan ikatan lapisan mengalami peningkatan pada variasi tekanan udara 3,5 bar dengan nilai rata-rata 8.636 Mpa. Serta kenaikan kekuatan juga terjadi pada tekanan penyemprotan 4 bar dengan nilai rata-rata 9.103 Mpa.

Hasil dari data rata-rata tersebut dapat disimpulkan bahwa terjadi kenaikan kekuatan ikatan lapisan *coating* pada variasi 3 - 3.5 - 4 bar. Dengan adanya hal tersebut maka dapat disimpulkan bahwa kekuatan optimal *thermal spray aluminium* pada baja AISI 1020 dengan preparasi *hand tool* terjadi pada variasi tekanan 4 bar dengan daya lekat *coating* sebesar 9.103 Mpa. Dari hasil data diatas maka dapat dikatakan bahwa semakin tinggi tekanan udara, maka semakin tinggi pula nilai kekuatan ikatan lapisan *coating* pada logam substrat.

Pada hasil pengujian *pull off adhesive*, specimen dapat diamati secara visual untuk mengetahui hasil *coating* aluminium yang terangkat. Data kuantitatif berupa tampak visual pada variasi 3 bar terdapat *Cohesive failure mode*, pada variasi tekanan udara 3.5 bar sepenuhnya terjadi *adhesive*, dan pada variasi tekanan udara 4 bar terjadi *glue failure mode*. Namun seluruh specimen mengalami kegagalan adhesi, hal tersebut dapat ditandai dengan warna *base metal* yang tidak tercampur dengan aluminium. Tidak terjadi penetrasi ion pada *thermal spray aluminium* menuju logam substrat baja AISI 1020, hal itu terjadi karena perbedaan jenis logam antara logam substrat yang memiliki sifat logam *ferro* dan logam pengisi yang memiliki sifat *non ferro* kedua logam tersebut sifatnya tidak dapat dipadukan.

Hasil pengujian ini didapatkan bahwa tekanan udara pada proses penyemprotan *thermal spray aluminium* menghasilkan ketebalan yang berbeda, hal ini berpengaruh terhadap kekuatan ikatan lapisan pada *thermal spray aluminium*.

### Hasil uji *bending*

Pengujian *bending* akan menghasilkan tampak permukaan yang dapat di amati secara visual, dan dapat diklasifikasikan pada 3 kriteria yaitu retak, retak kecil, dan retak dengan pengelupasan lapisan. Penampang yang memiliki ikatan *coating* yang baik dapat ditandai dengan lapisan *coating* yang tidak mengalami retakan. Karakteristik pada ikatan *adhesive* pada lapisan *coating* dengan *base metal* dapat dilihat pada dengan pengujian *pull off adhesive*, namun selain itu ada pengujian *bending* yang juga bisa melihat tampak ikatan apabila terkena beban [15].

Variasi Jarak	Spesimen Uji	Keterangan
3 Bar		Sedikit retakan

Variasi Jarak	Spesimen Uji	Keterangan
3.5 Bar		Tidak retak (indikasi retakan sangat kecil)
4 Bar		Tidak retak

**Gambar 7.** Hasil pengamatan *visual* pada *coating* setelah pengujian *bending*

Berdasarkan uji *bending* yang telah dilakukan, pengujian *bending* menunjukkan bahwa specimen dengan variasi tekanan udara 3 bar mengalami adanya retakan kecil pada bagian yang terkena perlakuan *bending*, dan tidak ada pengangkatan lapisan *coating* pada retakan kecil tersebut. Pada variasi tekanan udara 3.5 bar tidak terjadi retakan, namun jika diamati lebih detail terdapat indikasi retakan yang masih berukuran sangat kecil. Variasi tekanan udara 4 bar menunjukkan hasil yang paling baik dimana tidak ada indikasi keretakan yang terjadi pada lapisan *coating*, hal ini menunjukkan bahwa lapisan *coating* memiliki ikatan adhesi yang baik dengan *base metal*. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dengan 3 variasi tekanan udara, semua specimen uji memenuhi persyaratan dengan memiliki kemampuan ikatan terhadap perlakuan *bending* yang baik tanpa adanya pengangkatan material *coating* dari *base metal*. Hasil terbaik pada pengujian *bending* terdapat pada variasi tekanan udara 4 bar yaitu tekanan udara tertinggi, dengan pengamatan bahwa ikatan *coating* masih menempel secara sempurna pada *base metal* tanpa adanya retakan setelah dilakukan pengujian *bending*.

Menurut standar SSPC CS-23 [14]. Tentang kelayakan kemampuan *bending* pada *coating thermal spray aluminium*, hasil dari 3 variasi di atas memenuhi syarat dalam pengaplikasiannya dengan hasil retak kecil, tidak retak namun terindikasi retak sangat kecil, dan tidak retak. Tanpa adanya indikasi pengelupasan pada *coating*. Menurut American Welding Society [16] permukaan *coating* yang terkena deformasi uji hasil *bending* dengan indikasi tidak retak dan retak kecil masih diperbolehkan.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian *dry film thickness* (DFT) pada lapisan *coating aluminium* dengan proses *thermal spray* menunjukkan bahwa semakin tinggi tekanan udara pada proses *thermal spray aluminium* (TSA) maka nilai ketebalan lapisan *coating* akan semakin tinggi. Nilai tertinggi terjadi pada variasi tekanan udara 4 bar, dengan nilai 848  $\mu\text{m}$ . ketiga variasi sudah memenuhi standar ketebalan minimum lapisan *thermal spray aluminium* (TSA) yaitu di atas 100  $\mu\text{m}$ . Hasil pengujian *pull off adhesive* menunjukkan peningkatan kekuatan ikatan lapisan *coating* pada *base metal* dari tekanan udara terendah hingga tekanan udara tertinggi, pada variasi tekanan 3 bar sebesar 6.143 Mpa, variasi tekanan 3.5 bar sebesar 8.636 Mpa, dan variasi tekanan 4 bar sebesar 9.103 Mpa. hal tersebut mengindikasikan bahwa *pull off strength* meningkat seiring bertambah tingginya tekanan udara, ketiga variasi tekanan tersebut telah memenuhi standar kekuatan minimal 6.89 Mpa menurut standar AWS. Hasil pengujian *bending* menunjukkan bahwa pada variasi tekanan udara 3.5 bar dan variasi tekanan udara 4 bar tidak mengalami retakan, akan tetapi pada variasi tekanan udara 3 bar terjadi retakan kecil. Berdasarkan standar SSPC 2016 tentang kelayakan kemampuan *bending* pada *coating TSA* hasil dari ketiga variasi sudah memenuhi kriteria *pass* atau diperbolehkan.

**Daftar Pustaka**

- [1] E. Budiyanto, D. A. Setiawan, H. Supriadi, and K. Ridhuan, "Pengaruh Jarak Anoda-Katoda pada Proses Elektroplating Tembaga Terhadap Ketebalan Lapisan dan Efisiensi Katoda Baja AISI 1020.," *TURBO*, vol. 5, 2016.
- [2] Muhammad Sulton Ali, Herman Praktikno, and Wimala L. Dhanistha, "Analisis Pengaruh Variasi Sudut *Blasting* dengan *Coating* Campuran *Epoxy* dan Aluminium Serbuk terhadap Kekuatan Adhesi, Prediksi Laju Korosi, dan Morfologi pada Plat Baja ASTM A36," *JURNAL TEKNIK ITS*, vol. 8, 2019.
- [3] Suyitno, *Bahan Teknik untuk Rekayasawan (Logam Ferro)*. Yogyakarta: pustaka pranala, 2022.
- [4] Muslih Nasution and Rini Halila Nasution, "Analisa Kekerasan dan Struktur Mikro Baja AISI1020 terhadap Perlakuan *Carburizing* DENGAN Arang Batok Kelapa," *Buletin Utama Teknik* , vol. 5, 2020.
- [5] A. W. B. Santosa, R. B. Bungking, and O. Mursid, "Analisa Pengaruh Metode *Hot Dip Galvanizing* Dengan Variasi Temperatur dan Waktu Pencelupan Terhadap Laju Korosi Pipa Air Laut Kapal Material Baja AISI 1020," *TEKNIK*, vol. 43, no. 2, pp. 202–210, Aug. 2022, doi: 10.14710/teknik.v43i2.45612.
- [6] Rochman R, Hariyati P, and Purbo C, "Karakterisasi Sifat Mekanik dan Pembentukan Fasa Presipitat pada *Aluminium Alloy 2024-T81* Akibat Perlakuan Penuaan," *MEKANIKA*, vol. 8, no. 2, 2010.
- [7] D. Fajar Fitriyana, G. Dwi Haryadi, N. Iskandar, and A. Gilang Amrizal, "Pengaruh Jarak Penembakan pada Pelapisan 95MXC Terhadap Sifat Kekerasan dan Keausan Material SS 304 dengan metode *Twin Wire Arc Spray* (TWAS)," 2018.
- [8] P. Vuoristo, *Thermal Spray Coating Processes*, 1st ed., vol. 4. D. Cameron (Ed.): Elsevier, 2014.
- [9] D. Fajar Fitriyana, S. Nugroho, and M. Rizal Barutama, "Pengaruh Tekanan Udara Pada Proses Pelapisan 95MXC Dengan Metode *Twin Wire Arc Spray* Terhadap Kekerasan dan Ketahanan Aus Pada Stainless Steel 304," vol. 23, no. 1, pp. 59–63, 2021.
- [10] ISO 8501, "Preparation of steel substrates before application of paints and related products Visual assessment of surface cleanliness." 2007
- [11] ASTM D4138, "Standard Test Methods for Measurement of Dry Film Thickness of Protective Coating Systems by Destructive Means 1," 2001
- [12] ASTM D4541, "Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers 1," 2022 doi: 10.1520/D4541-22.
- [13] *Standard Practice Item No. 21100, "Specification for the Application of Thermal Spray Coatings (Metallizing) of Aluminum, Zinc, and Their Alloys and Composites for the Corrosion Protection of Steel,"* 2016.
- [14] ASM International, *Hand Book Thermal Spray Technology*. 2004.
- [15] M. A. Hidayanto et al., "Pengaruh Voltage pada proses *Thermal Spray Aluminium* terhadap Kekuatan Ikatan Lapisan *Coating* pada Baja ST 60," vol. 6, no. 2, 2023.
- [16] *American Welding Society C2.23M/C2.23, "Specification for the Application of Thermal Spray Coatings (Metallizing) of Aluminum, Zinc, and Their Alloys and Composites for the Corrosion Protection of Steel,"* 2018 [Online]. Available: [www.copyright.com](http://www.copyright.com).