

## INVESTIGASI PENGARUH KEKASARAN PERMUKAAN ALUMINIUM 5803-H116 TERHADAP DAYA LEKAT PENGECATAN

Kiki Dwi Wulandari<sup>1,4\*</sup>, Bima Putra Pamungkas<sup>2</sup>, Widya Emilia Primaningtyas<sup>3</sup>, Benedicta Dian Alfanda<sup>3</sup>, Fitri Hardiyanti<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya  
Surabaya, Indonesia, 60111

<sup>2</sup>PT. Tech Perkasa Solusindo  
Sidoarjo, Indonesia, 60271

<sup>3</sup>Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya  
Surabaya, Indonesia, 60111

<sup>4</sup>Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya, Indonesia, 60111

\*E-mail: kikidwi@ppns.ac.id

### ABSTRAK

Preparasi permukaan badan kapal berbahan aluminium sebelum proses pengecatan merupakan hal yang penting untuk ditinjau lebih lanjut karena dianggap memberikan kontribusi lebih dari 80% untuk menghasilkan daya lekat cat yang baik, agar dapat menambah perlindungan korosi tanpa merusak lapisan pasifasi aluminium. Pada penelitian ini divariasikan metode persiapan permukaan menggunakan hand tool dan sand blasting pada material Aluminium 5083 berukuran 250x250x3 mm. Pengujian kekasaran permukaan (ASTM D4417) dilakukan setelah permukaan disiapkan, dilanjutkan dengan pengujian daya lekat pengecatan dengan metode pull off (ASTM D4145). Hasil investigasi menunjukkan bahwa persiapan permukaan spesimen dengan metode sand blasting menghasilkan kekasaran permukaan sebesar 100  $\mu\text{m}$  dengan kegagalan kohesi sebesar 100%, tanpa disertai kegagalan adhesi. Sedangkan, metode hand tool menghasilkan kekasaran permukaan sebesar 10  $\mu\text{m}$  dengan kegagalan kohesi sebesar 100 %, dan kegagalan adhesi sebesar 5%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kekasaran permukaan material aluminium 5083 memiliki korelasi linier terhadap daya lekat adhesi pada pengecatan.

**Kata Kunci:** aluminium, kekasaran permukaan, daya lekat pengecatan

### ABSTRACT

Aluminium surface preparation for the coating process in shipbuilding needs further investigation. Aluminium surface preparation affects 80% of paint adhesion to protect it from corrosion without harming its passivation layer. Surface preparation varied by using hand tools and sandblasting methods. Surface roughness was performed (ASTM D4417) after surface preparation, followed by the coating adhesion test (ASTM D4145) for better informations about adhesive and cohesive properties. Surface preparation using sandblasting method gives 100  $\mu\text{m}$  roughness with 100% cohesion failure, without adhesion failure. Meanwhile, the hand tool method produce 10  $\mu\text{m}$  roughness with 100% cohesion failure and 5% adhesion failure. This research conclude that surface roughness of Aluminium 5083 has linear correlation with coating adhesion.

**Keyword :** aluminium, surface roughness, coating adhesion

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kapal aluminium adalah jenis kapal yang menggunakan material aluminium sebagai bahan utama dalam pembuatannya. Kapal jenis ini memiliki keunggulan dalam segi bobot. Bobot yang dimiliki kapal ini dinilai lebih ringan daripada kapal berbahan fiberglass atau baja. Dengan keunggulannya tersebut, kapal aluminium ini dapat melakukan gerakan lebih cepat, dengan melakukan manufer lebih baik, dan juga dinilai lebih hemat dalam penggunaan bahan bakar. Jenis aluminium yang digunakan pada industri

maritim khususnya perkapalan adalah Aluminium 5083-H116. Material ini memang digunakan dalam lingkup transportasi.

Efek korosi pada aluminium menjadi penting untuk dilakukan terkait dengan proses assembly yang dilakukan pada industri perkapalan yang rentan berada pada lingkungan dengan kandungan garam tinggi, serta kelembaban yang rapat. Korosi merupakan kerusakan atau degradasi logam akibat reaksi redoks antara suatu logam dengan berbagai zat di lingkungan dan menghasilkan senyawa-senyawa pengganggu lain yang tidak dikehendaki.

Beberapa metode untuk memperlambat laju korosi adalah dengan proses pelapisan (*coating*). [1-2] Proses pelapisan itu dilakukan untuk melapisi permukaan suatu material, termasuk Aluminium 5803-H116, dengan tujuan untuk melindungi material terhadap efek paparan lingkungan di sekitarnya.

Beberapa penelitian terdahulu menyebutkan bahwa keberhasilan dari pelapisan material bergantung kepada persiapan permukaan yang dilakukan sebelumnya dan menghasilkan kebersihan dan tingkat kekasaran permukaan tertentu. Hal itu mempengaruhi kekuatan ikatan adhesi antara substrat atau permukaan material dengan sistem pelapisannya. [2]

Proses *finishing* pada material Aluminium 5803-H116 perlu diperhatikan karena keberhasilan pengecatan 80% dipengaruhi oleh hasil dari persiapan permukaan. Semakin baik persiapan permukaan maka semakin baik pula hasil pengecatan. Kondisi permukaan material yang kotor atau tidak memenuhi standar, dapat menyebabkan terjadinya korosi sumuran pada permukaan material. [3]. Beberapa metode yang sering dilakukan untuk persiapan permukaan diantaranya yaitu metode *hand tool cleaning*, *power tool cleaning*, dan *abrasive blast cleaning*.

Lapisan *coating* memiliki ketahanan yang baik dalam jangka waktu yang panjang dapat dilihat pada kemampuan rekatnya. Kemampuan rekat lapisan *coating* juga dipengaruhi oleh kekasaran dari material. Apabila daya rekat lapisan *coating* lemah maka lapisan material induknya dapat mengelupas, selain itu juga bisa menyebabkan adhesi yang buruk. Adhesi yang buruk dapat menyebabkan terjadinya korosi pada material. [1-3]

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh kekasaran permukaan Aluminium 5803-H116 terhadap daya lekat pengecatan yang dilakukan pada permukaannya. Metode persiapan permukaan yang berbeda dilakukan untuk menghasilkan kekasaran permukaan yang berbeda. Beberapa pengujian dilakukan untuk mendapatkan hasil penelitian, diantaranya adalah pengujian kekasaran permukaan dan pengujian daya lekat adhesi dengan menggunakan metode *pull off*.

Pengujian pendukung lain seperti pengujian *wet* dan *dry film thickness* juga diaplikasikan. Pengujian tersebut dapat digunakan untuk melihat pengaruh kekasaran permukaan terhadap ketebalan cat dalam kondisi kering yang terbentuk pasca pelapisan. Dengan dilakukannya pengujian tersebut, didapatkan pengaruh kekasaran permukaan pada material Aluminium 5803-H116 khusus untuk keberuntungan kapal yang dihasilkan dengan tiga metode persiapan permukaan yang berbeda terhadap daya lekat pengecatan khususnya ikatan adhesi yang terbentuk pada substrat Aluminium 5803-H116 dan lapisan *coating* yang diaplikasikan. Sehingga, dapat menjadi rekomendasi untuk perkembangan teknologi yang diterapkan di industri terkait.

## 1.2 Studi Literatur

### 1.2.1 Material Aluminium

Aluminium 5083-H116 adalah jenis aluminium dengan paduan magnesium yang tinggi sebesar 3-5% sehingga biasanya jenis aluminium ini disebut dengan Aluminium Magnesium. Plat Aluminium 5083-H116 ini biasanya digunakan dalam pembuatan tangki bahan bakar mobil atau pesawat, selain itu plat ini juga digunakan sebagai plat aluminium yang umum diterapkan sebagai bahan utama pembuatan kapal. Karakteristik material aluminium 5083-H116 adalah memiliki kepadatan yang rendah namun memiliki kekuatan tarik tinggi, selain itu ketahanan korosi material ini juga tinggi serta bobot material yang ringan. [4-7]

### 1.2.2 Persiapan Permukaan

Persiapan permukaan adalah salah satu faktor keberhasilan dalam proses pelapisan. Dua faktor penting yang berpengaruh terhadap proses persiapan permukaan adalah kebersihan dan kekasaran permukaan [8]. Ikatan *coating* dan permukaan substrat yang baik dipengaruhi oleh kekasaran permukaan yang dimiliki substrat atau bidang permukaan. Perlindungan *coating* terbaik dapat diperoleh apabila daya ikat adhesi cat lebih besar daripada ikatan kohesinya. Hal itu terjadi apabila delaminasi tidak terjadi pada permukaan substrat ketika dibebankan gaya mekanik dari luar.

Beberapa faktor lain yang berpengaruh terhadap persiapan permukaan adalah kadar garam dan kelembaban [8]. Kandungan garam yang terdapat di dalam material dapat mempengaruhi ketahanan material terhadap karat. Dengan demikian, semakin besar kandungan garam pada material, maka ketahanan material tersebut terhadap karat menjadi semakin kecil.

Kelembaban menjadi salah satu faktor yang dapat mempengaruhi persiapan permukaan karena pengaruh adanya kadar uap air pada ruangan atau lingkungan pada lokasi proses persiapan permukaan dilakukan. Apabila uap air yang terdapat pada udara sekitar lokasi persiapan permukaan terlalu besar, maka akan mengakibatkan menempelnya uap air pada permukaan material.

Secara keseluruhan, dapat disimpulkan apabila lebih dari 60% keberhasilan sistem pelapisan untuk kebutuhan perlindungan korosi, sangat dipengaruhi oleh persiapan permukaan yang dilakukan pada permukaan substrat atau material. Penggunaan bahan *coating* dengan spesifikasi terbaik, tidak begitu mempengaruhi keberhasilan pelapisan permukaan material apabila tidak didukung oleh persiapan permukaan yang baik. [8-10]

Kualitas *coating* atau pelapisan dalam jangka panjang dapat dipengaruhi oleh kemampuan pelakatan lapisan *coating* pada substrat atau permukaan material. Faktor yang mempengaruhi antara lain karena lapisan mengelupas dari permukaan, selain itu juga dapat dikarenakan daya

adhesi yang buruk dan menyebabkan material tersebut mengalami proses korosi. Proses korosi yang terjadi dapat mengakibatkan lemahnya lapisan material pada area kerusakan, sehingga persiapan permukaan menjadi rangkaian proses yang penting untuk dilakukan. [1-5]

### 1.2.3 Metode Persiapan Permukaan

Beberapa metode persiapan permukaan material dengan tujuan membersihkan karat dan kontamina yang biasa terdapat pada permukaan metal adalah sebagai berikut :

- a. *Hand Tool Cleaning*  
Metode *hand tool cleaning* merupakan metode yang paling sederhana dan dapat dilakukan dengan menggunakan alat tanpa daya untuk membersihkan permukaan material dari kontaminan penyerta. Metode *handtool cleaning* ini biasa dilakukan dengan menggunakan amplas atau sikat kawat dan membersihkannya dengan solvent untuk menghilangkan karat atau kontaminan diatas permukaan material. Metode ini dapat menghasilkan perbedaan kekasaran permukaan yang signifikan. Penggunaan metode ini dapat meminimalisir kerugian yang terjadi akibat abrasi yang terjadi. Kerugian yang terjadi dengan penggunaan metode ini adalah timbulnya polusi udara dan polusi suara.
- b. *Power Tool Cleaning*  
Metode *power tool cleaning* adalah metode persiapan permukaan material dengan menggunakan alat dengan daya. Alat yang dapat digunakan untuk menerapkan metode persiapan permukaan ini antara lain gerinda, *needle/chisel scalers, scabblers, scarifiers, descalers*. Metode ini menggunakan alat dengan jumlah paling sedikit diantara metode persiapan permukaan material yang lainnya, namun dinilai kurang efektif dalam menghilangkan karat atau kontaminan penyerta lainnya.
- c. *Abrasive Blast Cleaning*  
Metode *abrasive blast cleaning* merupakan metode persiapan permukaan yang paling efektif untuk digunakan pada industri maritim, fabrikasi, dan lain sebagainya. Metode ini dinilai dapat membersihkan permukaan material dari karat atau kontaminan secara menyeluruh dan efektif dengan menggunakan partikel abrasif [11]. Partikel tersebut disemprotkan dengan tekanan tinggi ke permukaan metal induk. Partikel abrasif memiliki beberapa ukuran yang sesuai untuk digunakan pada metode persiapan permukaan *near white metal*. Ukuran partikel abrasif yang dapat digunakan dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Ukuran partikel material abrasif

ASTM Mesh No.	mm	inch
10	2.00	0.0787
12	1.68	0.0661
14	1.41	0.0555
16	1.19	0.0469
18	1.00	0.0394
20	0.84	0.0331
25	0.71	0.0280
30	0.60	0.0232
35	0.50	0.0197
40	0.42	0.0165
45	0.35	0.0138
50	0.30	0.0117
80	0.18	0.0070
120	0.12	0.0049
200	0.07	0.0029

Ukuran partikel abrasif yang biasa digunakan pada metode *near metal white* ini adalah dengan ukuran mesh nomor 16 hingga 20.

- d. *Degreasing*  
Metode ini memanfaatkan cairan yang digunakan untuk membersihkan permukaan material. Larutan cairan pembersih digunakan untuk membersihkan pada daerah yang akan dilakukan proses *degreasing*. Pekerjaan pembersihan dapat dilakukan dengan merendam atau menyemprotkan pelarut ke permukaan material, namun dapat juga dilakukan dengan menggosoknya menggunakan kain.
- e. *Laser Cleaning*  
*Laser cleaning* adalah metode persiapan permukaan yang modern. Tujuan utama metode ini adalah menghilangkan lapisan cat lama dari permukaan material. Namun, metode ini memiliki kekurangan dari segi biaya yang mahal dan proses yang lama.
- f. *Flame Cleaning*  
Metode *flame cleaning* ini dilakukan dengan mengalirkan nyala api oxyacetylene atau oxypropane melintasi arterial logam. Panas yang timbul dari nyala api tersebut membersihkan kontamina dan *mill scale* yang ada pada permukaan material logam.
- g. *Pickling*  
*Pickling* merupakan metode persiapan permukaan yang paling tua. Proses

pembersihan yang dilakukan pada metode ini yakni dengan menuangkan cairan asam pada permukaan material untuk membersihkan kontamina.

#### 1.2.4 Adhesi

Adhesi adalah gaya tarik-menarik antar molekul yang tidak sama jenisnya, dalam hal ini adalah gaya tarik-menarik antara molekul cat dengan molekul material metal induk dan molekul cat dengan molekul material *sleeves*. Sistem proteksi korosi dengan pelapisan yang baik akan mempunyai nilai adhesi yang baik pula. Hal itu dapat dicapai dengan melakukan persiapan permukaan yang baik. Selain itu, ukuran dan jenis material, juga dapat mempengaruhi adhesi yang terjadi pada material [10]. Berikut ini adalah jenis adhesi yang terjadi antara material cat dan material metal induk :

- a. Daya ikat mekanik  
Daya ikat ini terjadi secara mekanik seperti lapisan material yang kasar mengikat cairan *coating*.
- b. Daya ikat kimia  
Daya ikat ini adalah daya ikat yang terjadi antara molekul cat dan molekul substrat berupa ikatan atom.
- c. Daya ikat polar  
Daya ikat ini terjadi pada material yang bersifat polar, namun daya ikat ini akan hilang jika terdapat kotoran pada lapisan permukaan material.

#### 1.3 Metodologi

Metodologi yang dilakukan dalam penelitian ini terbagi menjadi beberapa tahapan yang saling berurutan. Tahapan tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Preparasi Spesimen  
Spesimen yang digunakan pada penelitian ini adalah pelat Aluminium 5803-H116 ukuran 250x250x3 mm. Persiapan yang dilakukan menggunakan tiga metode yang berbeda, yaitu *hand tool cleaning*, *power tool cleaning*, dan *sandblasting cleaning*. *Hand tool cleaning* dengan menggunakan kertas amplas dengan ukuran kekasaran 240. *Power tool cleaning* dengan menggunakan gerinda amplas susun ukuran kekasaran 80. Sedangkan *sandblasting cleaning* dengan menggunakan partikel yang bersifat *abrasive* berupa pasir silika mesh 16-20 dengan ukuran butiran 0.841 - 1.19 mm.
- b. Inspeksi Visual  
Setelah dilakukan preparasi, spesimen diperiksa secara visual berdasarkan standar ISO 8501-1.
- c. Pengujian Kekasaran Permukaan  
Pengujian kekasaran permukaan dilakukan berdasarkan standar ASTM D4417 untuk mengetahui kekasaran permukaan yang dihasilkan dari tahapan persiapan permukaan

sebelumnya. Alat yang digunakan adalah *roughness meter*.

- d. Proses *Coating* Permukaan  
*Coating* permukaan dilakukan dengan menggunakan cat berbahan epoxy (Bannoh 1500 Red Brown Base) yang disemprotkan menggunakan *spray gun* dengan kecepatan 25-40 cm/detik dan jarak 25-30 cm dari permukaan spesimen. Kondisi lingkungan sebelum pelapisan dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 2. Kondisi lingkungan sebelum proses coating permukaan material

Parameter	Hasil
Wet Temperature	27 °C
Dry Temperature	33 °C
Dew Point	17 °C
Relative Humidity	59 %
Aluminium Temperature	35.8 °C

Ketebalan cat pada saat kondisi kering dan basah dapat dilihat pada *data sheet* produk cat. Pemeriksaan ketebalan cat pada saat kondisi basah (*wet film thickness*) dilakukan berdasarkan ASTM D4414 menggunakan *wet film comb*, sedangkan pada saat kondisi kering dilakukan dengan berdasarkan ASTM D4138 menggunakan *coating thickness gauge*. Kemudian dilakukan curing selama 7 hari sebelum dilakukan proses berikutnya.

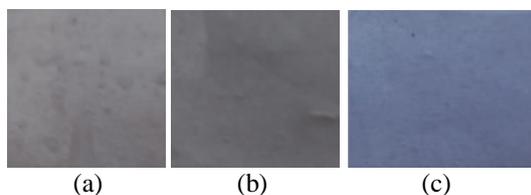
- e. Pengujian Daya Lekat Adhesi  
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui daya lekat adhesi pada pengecatan permukaan yang telah dilakukan. Pengujian ini dilakukan berdasarkan ASTM D4541 dengan menggunakan portable adhesive tester. Alat pendukung lain yang digunakan pada pengujian ini adalah lem epoxy "Araldite" dan dolly ukuran 20 mm. Pelekatan dolly ke permukaan spesimen menggunakan lem epoxy "Araldite" dengan perbandingan 1:1, dilakukan 1 hari sebelum pengujian daya lekat adhesi dilakukan.
- f. Analisis Data dan Pembahasan  
Analisis data dan pembahasan dilakukan untuk mempermudah dalam melakukan penarikan kesimpulan.
- g. Penarikan Kesimpulan  
Kesimpulan diambil berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan.

## 2. PEMBAHASAN

### 2.1 Inspeksi Visual

Inspeksi visual yang dilakukan setelah persiapan permukaan menggunakan tiga metode yaitu *hand tool*

cleaning, power tool cleaning, dan sandblasting cleaning, dapat dilihat pada Gambar 1 berikut. Pengamatan ini dilakukan dengan membandingkan hasil visual yang didapatkan dengan acuan yang terdapat pada ISO 8501-1 [10].



**Gambar 1. Hasil inspeksi visual (a) Hand tool cleaning, (b) Power tool cleaning, dan (c) Sandblasting cleaning**

Pada Gambar 1 dapat ditarik kesimpulan bahwa persiapan permukaan spesimen Aluminium 5803-H116 dengan menggunakan sandblasting cleaning mencapai tingkat kebersihan SA3 sesuai ISO 8501-1. Apabila dilihat secara visual tanpa perbesaran, permukaan spesimen bebas dari minyak, lemak, dan kotoran, serta terbebas dari mill scale, karat, cat, dan benda asing lainnya. Pada tingkat kebersihan ini, warna metal sesungguhnya akan terlihat langsung.

Metode hand tool cleaning yang dilakukan pada persiapan permukaan Aluminium 5803-H116 ini mencapai tingkat kebersihan ST2, dan metode power tool cleaning mencapai tingkat kebersihan ST3. Hal ini sesuai dengan acuan ISO 8501-1.

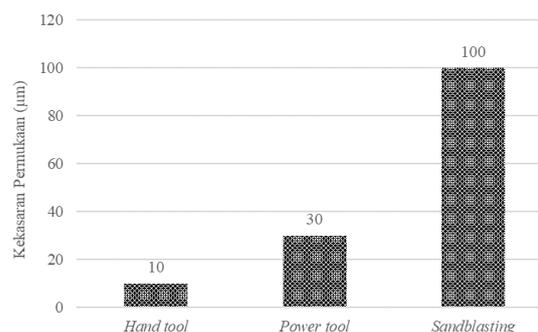
## 2.2 Kekasaran Permukaan

Pengukuran kekasaran yang dilakukan pada permukaan spesimen, menunjukkan hasil yang berbeda-beda berdasarkan metode persiapan permukaan yang diterapkan. Hasil kekasaran permukaan dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 2 berikut.

**Tabel 2. Hasil pengujian kekasaran permukaan**

Persiapan Permukaan	Titik	Kekasaran (µm)	Rata-rata Kekasaran (µm)
Hand Tool Cleaning	1	13	10
	2	9	
	3	11	
Power Tool Cleaning	1	33	30
	2	28	
	3	35	
Sandblasting Cleaning	1	188	100
	2	76	
	3	81	

Untuk mempermudah pembacaan data pada Tabel 2, maka disajikan berupa grafik pada Gambar 2 berikut.

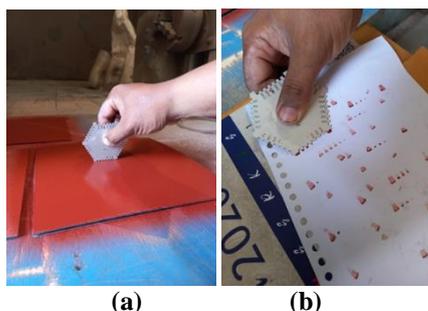


**Gambar 2. Perbandingan nilai kekasaran permukaan berdasarkan metode persiapan permukaan**

Berdasarkan Tabel 2 dan Gambar 2, didapatkan nilai rata-rata kekasaran pada material Aluminium H116 dengan metode persiapan permukaan dengan sandblasting cleaning sebesar 100 µm, dengan hand tool cleaning sebesar 10 µm, dan dengan power tool cleaning sebesar 30 µm. Proses sandblasting cleaning memiliki kekasaran permukaan yang cukup tinggi, karena partikel pasir silika yang ditembakkan memiliki kekerasan yang dapat menghasilkan deformasi permukaan yang lebih besar. Menurut ISO 8503-3 nilai kekasaran ideal suatu permukaan substrat adalah 20-200 µm. Kekasaran permukaan dipengaruhi oleh metode persiapan permukaan substrat yang dilakukan dan dapat menghasilkan kekasaran permukaan yang berbeda [12-16].

## 2.3 Wet dan Dry Film Thickness

Pengukuran wet film thickness dilakukan untuk mengetahui ketebalan cat pada saat kondisi basah merujuk kepada ASTM D4414. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil pelapisan cat yang seragam antar spesimen sesuai dengan ketebalan cat yang direncanakan. Setiap cat memiliki sifat dan karakteristik yang berbeda berdasarkan persentase volume solidnya. Technical data sheet yang dikeluarkan oleh produsen mencakup data volume solid yang dimiliki cat tersebut. Persentase volume solid adalah perbandingan dry film thickness terhadap wet film thickness. Pada penelitian ini wet film thickness diatur dengan ketebalan cat sebesar 400 µm. ketebalan pada saat kondisi basah diatur sedemikian hingga seragam pada setiap spesimen dengan metode persiapan permukaan yang berbeda. Hal ini dilakukan untuk dapat melihat pengaruh kekasaran permukaan terhadap ketebalan cat pada permukaan material tersebut pada kondisi kering. Kekasaran permukaan yang berbeda dapat terbentuk akibat adanya deformasi yang dihasilkan oleh metode persiapan yang dilakukan. Pengujian dilakukan sebagaimana Gambar 3 berikut.



**Gambar 3. Pengujian WFT (a) Penempelan wet film comb gauge pada permukaan dengan lapisan cat basah (b) Penempelan wet film comb gauge pada kertas.**

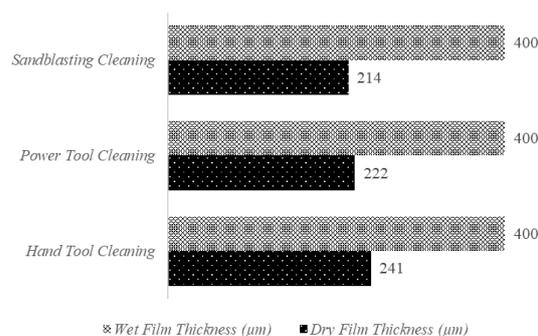
Pada Gambar 3(a), wet film comb gauge ditempelkan tegak lurus 90° terhadap permukaan material yang masih basah. Sedangkan pada Gambar 3(b) wet film comb gauge yang telah ditempelkan pada lapisan cat basah kemudian ditempelkan pada kertas putih untuk memudahkan pembacaan. Pada keseluruhan spesimen didapatkan ketebalan yang sama.

Setelah didapatkan wet film thickness yang seragam antar spesimen, kemudian dilakukan pengukuran dry film thickness pada saat kondisi kering yang mengacu pada standar ASTM D4138 dengan menggunakan coating thickness gauge. Pengukuran ketebalan cat tersebut, baik dalam kondisi basah maupun kering, pada penelitian ini dilakukan pada tiga titik yang berbeda kemudian akan diambil nilai rata-ratanya, sebagaimana tertera pada Tabel 3.

**Tabel 3. Hasil pengujian DFT**

Metode Persiapan Permukaan	Titik	Ketebalan (µm)	Rata-rata Ketebalan (µm)
Hand Tool Cleaning	1	246	241
	2	224	
	3	254	
Power Tool Cleaning	1	206	222
	2	250	
	3	210	
Sandblasting Cleaning	1	210	214
	2	212	
	3	220	

Untuk mempermudah pembacaan data ketebalan cat pada kondisi kering pada pengujian DFT pada Tabel 3, maka disajikan berupa grafik pada Gambar 4. Pada Gambar 4 ditunjukkan perbedaan penyusutan ketebalan cat yang diaplikasikan pada permukaan material.



**Gambar 4. Perbandingan DFT dan WFT**

Dari Gambar 4, dapat disimpulkan bahwa terjadi penyusutan tebal cat yang memang terjadi setelah cat mengering. Pengurangan ketebalan terbanyak terjadi pada substrat dengan metode persiapan sandblasting yaitu sebesar 46.5%, disusul dengan metode power tool cleaning sebesar 44.5%, dan metode hand tool cleaning sebesar 39.75%. Pengurangan ketebalan terbanyak yang terjadi pada metode sandblasting cleaning membuktikan bahwa cat masuk kedalam cekungan yang terbentuk dari tumbukan partikel pasir silika dengan permukaan aluminium sehingga membentuk deformasi permukaan substrat dengan kedalaman tertentu, sehingga pada saat kondisi kering, ketebalan cat yang terukur lebih tipis daripada metode yang lain dengan permukaannya yang lebih halus. [12-16]

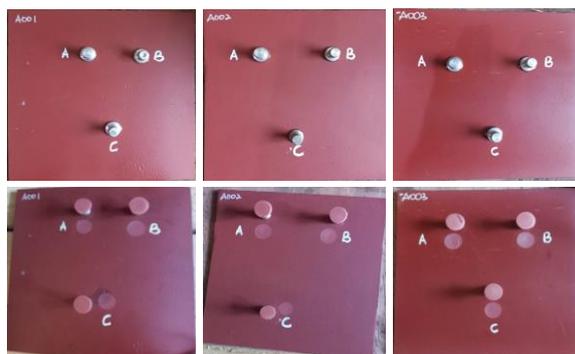
#### 2.4 Daya Lekat Adhesi

Pengujian daya lekat adhesi dilakukan berdasarkan ASTM D4541 untuk mengukur kekuatan daya lekat ikatan adhesi antara lapisan cat dengan substrat. Pelekatan dolly dilakukan dengan menggunakan lem khusus epoxy, kemudian dibiarkan selama 24 jam, agar pelekatan dengan permukaan spesimen terjadi dengan sempurna. Pelekatan tiga buah dolly dilakukan pada permukaan spesimen sebagaimana terlihat pada Gambar 5. Pelekatan dilakukan sedemikian rupa sesuai dengan alat pull off test yang digunakan, sehingga tidak terjadi perbedaan tegangan yang terjadi pada saat perlakuan diberikan kepada ketiga dolly yang telah menempel pada permukaan spesimen. Setelah pin dolly menempel dengan sempurna, sisa lem adhesi epoxy di sekitar dolly dilepaskan dengan menggunakan pisau pemotong (cutter).



**Gambar 5. Pemasangan dolly pada permukaan substrat Aluminium H116**

Setelah pin *dolly* sudah siap, maka dilakukan penarikan menggunakan alat *adhesion tester* hingga *dolly* terlepas, seperti pada Gambar 6 berikut.



**Gambar 6. Kondisi sebelum dan sesudah pengujian daya lekat adhesi pada permukaan spesimen**

A001 adalah spesimen dengan perlakuan persiapan permukaan menggunakan metode *sandblasting cleaning*. A002 adalah spesimen dengan perlakuan *power tool cleaning*, sedangkan A003 adalah spesimen dengan perlakuan *hand tool cleaning*.

Pengamatan kualitatif dilakukan secara visual untuk melihat kategori kegagalan ikatan yang terjadi pada spesimen. Jenis kegagalan yang dapat terjadi pada pengujian *pull off* ini ada 3 macam, kegagalan kohesi (CF), kegagalan adhesi (AF), dan kegagalan lem (GF). Kegagalan kohesi terjadi apabila ikatan yang terlepas adalah ikatan antar material yang sejenis, seperti antar lapisan cat. Kegagalan adhesi adalah kegagalan yang terjadi karena terlepasnya ikatan antara material yang berbeda, seperti ikatan antara substrat dengan cat. Sedangkan, kegagalan lem terjadi apabila ikatan lem yang terlepas pada pengujian *pull off*. [17-20]

Pada spesimen A001 menunjukkan bahwa pada titik *dolly* A, B, dan C, terjadi kegagalan kohesi 100%, yaitu kegagalan ikatan kohesi yang terjadi antar zat yang sama, yaitu ikatan antar cat epoxy. Pada spesimen A002 juga menunjukkan bahwa kegagalan yang terjadi pada tiga titik pelekatan *dolly* adalah kegagalan kohesi 100%. Sedangkan, pada spesimen A003, secara visual pada titik *dolly* B dan C, menunjukkan kegagalan yang dialami juga merupakan kegagalan kohesi, sedangkan titik A mengalami 15% kegagalan adhesi yang ditunjukkan dengan lepasnya cat dari substratnya.

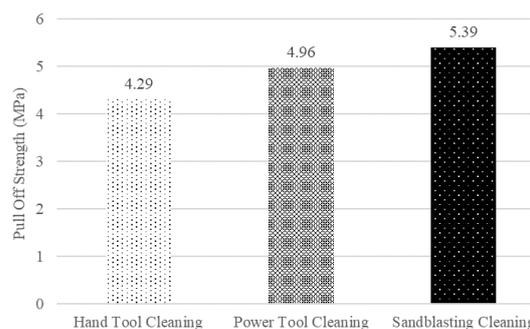
Kegagalan kohesi yang tampak pada setiap hasil pengujian ditunjukkan dengan tampak spesimen yang masih berwarna merah. Hal itu menunjukkan bahwa kegagalan terjadi pada lapisan antar cat, bukan terjadi antara lapisan cat dengan substrat bidang Aluminium 5803-H116. Sedangkan, kegagalan adhesi ditunjukkan dengan adanya perbedaan warna dan lapisan yang terangkat dari substrat.

Hasil pengamatan visual yang telah didapatkan kemudian divalidasi dengan menggunakan hasil pengamatan kuantitatif yang didapatkan [21]. Pengamatan kuantitatif dilakukan dengan melihat bacaan angka pada alat *adhesion tester* yang digunakan dalam pengujian *pull off*. Hasil pembacaan dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4. Hasil pengamatan kuantitatif dan kualitatif dari pengujian *pull off***

Kode	Titik	AF (%)	CF (%)	GF (%)	Pull-Off Strength (MPa)	Average (MPa)
A001	A	-	100%	-	3,91	4,29
	B	-	100%	-	4,26	
	C	-	100%	-	4,70	
A002	A	-	100%	-	5,09	4,96
	B	-	100%	-	5,61	
	C	-	100%	-	4,19	
A003	A	15%	100%	-	6,16	5,39
	B	-	100%	-	5,55	
	C	-	100%	-	4,48	

Untuk mempermudah pembacaan data pengujian kuantitatif *pull off* test, hasil disajikan dalam grafik pada Gambar 7 berikut.



**Gambar 7. Hasil *pull off strength* pada pengujian daya lekat adhesi**

Dari Tabel 4 dan Gambar 7 diatas, dapat dilihat bahwa secara kuantitatif, hasil pengujian *pull off* menunjukkan bahwa persiapan permukaan spesimen aluminium 5803-H116 yang dilakukan dengan metode *sandblasting cleaning* memiliki hasil yang paling rendah yaitu 4,29 MPa, kemudian disusul naik oleh spesimen dengan metode *power tool cleaning*. Spesimen yang disiapkan permukaannya dengan *hand tool cleaning* memiliki nilai *pull off strength* yang paling tinggi sebesar 5.39 MPa.

Hasil *pull off strength* ini berhubungan dengan kegagalan ikatan kohesi yang terjadi. Apabila yang terjadi adalah kegagalan kohesi, dapat disimpulkan bahwa semakin kasar permukaan aluminium maka kekuatan *pull off* yang dimiliki akan semakin rendah, begitu juga sebaliknya. Apabila yang terjadi adalah

kegagalan adhesi, maka nilai *pull off strength* akan semakin besar linier dengan semakin kasarnya permukaan bidang spesimen.

Daya lekat pengecatan dipengaruhi oleh berbagai macam faktor, salah satunya adalah ketebalan cat, kekasaran permukaan, *human error* pada saat pengetesan, spesifikasi produk yang digunakan, dan lain sebagainya [17-20]. Dengan demikian, hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa daya lekat pengecatan sangat dipengaruhi oleh kekasaran permukaan bidang.

### 3. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat sebagai berikut :

- a. Metode persiapan permukaan mempengaruhi kekasaran permukaan yang dihasilkan pada bidang material Aluminium 5803-H116.
- b. Kekasaran permukaan Aluminium 5803-H116 mempengaruhi pola kegagalan lekatan cat yang diaplikasikan.

### PUSTAKA

- [1] Y.K. Afandi, I.S. Arief, dan Amiadji, "Analisa Laju Korosi pada Pelat Baja Karbon dengan Variasi Ketebalan Coating" JURNAL TEKNIK ITS, vol. 4, no. 1, 2015.
- [2] E. Miranda, "Analisis Laju Korosi Pada Logam Melalui Proses Dipcoating Larutan," Jurnal Hadron, vol. 2, 2020.
- [3] M. A. el Sockary, A. M. El-Saeed, S. I. el Sherbiny, F. A. Morsy, E. A. Dawood, and M. A. ELleithy, "f A new double layer epoxy coating for corrosion protection of Petroleum Equipments," 2014.
- [4] E. Karakoç and O. Çakır, "Examination of surface roughness values of 6061-T6 aluminum material after machining and after anodizing process," *Mater Today Proc*, 2022.
- [5] S.-J. Kim, S.-K. Kim, and J.-C. Park, "The corrosion and mechanical properties of Al alloy 5083-H116 in metal inert gas welding based on slow strain rate test," *Surf Coat Technol*, vol. 205, pp. S73–S78, 2010.
- [6] B. C. Cerik, "Damage assessment of marine grade aluminium alloy-plated structures due to air blast and explosive loads," *Thin-Walled Structures*, vol. 110, pp. 123–132, 2017.
- [7] A. O. Al-Roubaiy, S. M. Nabat, and A. DL Batako, "An Investigation into Friction Stir Welding of Aluminium Alloy 5083-H116 Similar Joints," *Mater Today Proc*, vol. 22, pp. 2140–2152, 2020.
- [8] R. Hudson, "Surface Preparation for Coating". The National Physical Laboratory. 1982.
- [9] T. Mulyanto and dan Satya Parama Arta, "The Influence of Pre-Treatment to Sticky Power and Layer Strength on Powder Coating Process," vol. 2, no. 1.
- [10] C. Trijatmiko, H. Pratikno, dan A. Purniawan, "Analisa Pengaruh Material Abrasif Pada Blasting Terhadap Kekuatan Lekat Cat dan Ketahanan Korosi di Lingkungan Air Laut", Jurnal Teknik ITS, vol.5 no.2, 2016
- [11] P. R. Roberge, "Corrosion Engineering-Principles and Practices", Houston : McGraw-Hill, 2008.
- [12] C. Peng, Y. Fu, H. Wei, S. Li, X. Wang, and H. Gao, "Study on Improvement of Surface Roughness and Induced Residual Stress for Additively Manufactured Metal Parts by Abrasive Flow Machining," *Procedia CIRP*, vol. 71, pp. 386–389, 2018.
- [13] E. Kayahan, H. Oktem, F. Hacizade, H. Nasibov, and O. Gundogdu, "Measurement of surface roughness of metals using binary speckle image analysis," *Tribol Int*, vol. 43, no. 1, pp. 307–311, 2010,
- [14] E. Karakoç and O. Çakır, "Examination of surface roughness values of 6061-T6 aluminum material after machining and after anodizing process," *Mater Today Proc*, 2022.
- [15] A. M. Adem and H. E. Azmeraw, "The manufacturing practices and parameters optimization on abrasive jet machining for surface preparation of mild steels," *Results in Engineering*, vol. 15, p. 100457, 2022.
- [16] S. S. Jamali and D. J. Mills, "Steel surface preparation prior to painting and its impact on protective performance of organic coating," *Prog Org Coat*, vol. 77, no. 12, Part B, pp. 2091–2099, 2014.
- [17] Fraunhofer, J. Anthony von. 2011. "Adhesion and Cohesion". University of Maryland, Baltimore : Hindawi Publishing Corporation, International Journal of Dentistry.
- [18] Khosaranizadeh, S. 2010. "The Effects of Shot and Grit Blasting Process Parameters on Steel Pipes Coating Adhesion". Iran : World Academy of Science, Engineering and Technology
- [19] Varacalle, Dominic. J. 2006. "Effect of Grit-Blasting on Substrate Roughness and Coating Adhesion". Volume 15(3) September 2006 : Journal of Thermal Spray Technology
- [20] H. Wei et al., "Adhesion and cohesion of epoxy-based industrial composite coatings," *Compos B Eng*, vol. 193, p. 108035, 2020.
- [21] American Society for Testing and Materials. "ASTM D4541 : Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Potable Adhesion Testers". Washington DC : Author, 2002.