

Efek *Sandblasting* terhadap Karakterisasi Pelapisan *Coating 95MXC* pada *Stainless Steel 304* Menggunakan Metode TWAS (*Twin Wire Arc Spray*)

Windy Desti Puspitasari¹, Deni Fajar Fitriyana^{1*}, Samsudin Anis¹, Aldias Bahatmaka¹, Agustinus Purna Irawan², Januar Parlaungan Siregar³, Tezara Cionita⁴, Janviter Manalu⁵

¹Departemen Teknik Mesin, Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia

²Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara, Jakarta, Indonesia

³Faculty of Mechanical & Automotive Engineering Technology, Universiti Malaysia Pahang, Pekan, Malaysia

⁴Faculty of Engineering and Quantity Surveying, INTI International University, Nilai, Malaysia

⁵Fakultas Teknik, Universitas Cenderawasih, Yabansai, Heram, Jayapura, Papua

*E-mail: deniifa89@mail.unnes.ac.id

Diajukan: 12-02-2023; Diterima: 16-04-2024; Diterbitkan: 29-04-2024

Abstrak

Impeller adalah komponen utama pompa sentrifugal yang sering mengalami kegagalan seperti erosi, korosi dan kavitasi. Untuk mencegah kegagalan tersebut, salah satu cara yang digunakan adalah memberikan pelapis dengan metode *twin wire arc spray* (TWAS). Hingga saat ini, pengaruh perlakuan *sandblasting* terhadap karakterisasi lapisan *coating* yang disiapkan menggunakan metode TWAS masih belum banyak diteliti. Oleh sebab itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pengulangan *sandblasting* terhadap karakterisasi lapisan *coating* pada *impeller* pompa berbahan baku *stainless steel 304* yang disiapkan menggunakan metode TWAS. Pada penelitian ini, lapisan *coating* terdiri dari NiAl sebagai *bond coat* dan FeCrBSiMn sebagai *top coat*. Proses karakterisasi pada penelitian ini dilakukan pada spesimen tanpa *coating* dan spesimen yang telah *dicoating*. Pada spesimen yang *dicoating* terlebih dahulu dilakukan proses *sandblasting* dengan satu kali pengulangan. Karakterisasi dilakukan untuk mengetahui kekasaran permukaan (ISO 8503), kekerasan lapisan (ASTM E384), *bonding coating* (ASTM D4541), dan laju korosi (ASTM G102). Pengujian SEM dan analisis ImageJ dilakukan untuk mengetahui struktur lapisan. Hasil penelitian menunjukkan *sandblasting* dengan satu kali pengulangan menghasilkan nilai kekasaran permukaan sebesar 34 μm . Nilai ini jauh lebih tinggi dibandingkan kekasaran permukaan pada RAW material yaitu sebesar 14,3 μm . Spesimen yang diberi perlakuan *coating* menghasilkan kekerasan sebesar 1081,6 HV. Spesimen dengan perlakuan *coating* memiliki ketebalan sebesar 0,125 mm dan nilai *bonding* sebesar 14,5 Mpa. Terakhir laju korosi meningkat dibanding dengan spesimen tanpa *coating* dari 0,0036468 mmpy menjadi 0,037802 mmpy. Kesimpulan dari penelitian ini adalah satu pengulangan *sandblasting* dalam metode TWAS sudah memberikan kualitas terbaik yang dapat meningkatkan performa dan penggunaan *impeller* pompa.

Kata kunci: 95MXC; *Impeller*; *Sandblasting*; *Stainless Steel 304*; *Twin Wire Arc Spray* (TWAS)

Abstract

The *impeller* is a major component of centrifugal pumps that often experience failures such as erosion, corrosion and cavitation. To prevent such failures, one of the methods used is to provide coatings using the *twin wire arc spray* (TWAS) method. Until now, the effect of *sandblasting* treatment on the characterization of coating layers prepared using the TWAS method has not been widely studied. Therefore, the purpose of this study is to determine the effect of *sandblasting* repetition on the characterization of the coating layer on the 304 stainless steel *impeller* of the pump prepared using the TWAS method. In this study, the coating layer consists of NiAl as *bond coat* and FeCrBSiMn as *top coat*. The characterization process in this study was carried out on specimens without coating and specimens that had been coated. The coated specimens were first *sandblasted* with one repetition. Characterization was carried out to determine surface roughness (ISO 8503), coating hardness (ASTM E384), coating bonding (ASTM D4541), and corrosion rate (ASTM G102). SEM testing and ImageJ analysis were conducted to determine the coating structure. The results showed that *sandblasting* with one repetition produced a surface roughness value of 34 μm . This value is much higher than the surface roughness of the RAW material which is 14.3 μm . Specimens treated with coating produced a hardness of 1081.6 HV. The specimen with coating treatment has a thickness of 0.125 mm and a bonding value of 14.5 Mpa. Finally, the corrosion rate increased compared to the specimen without coating from 0.0036468 mmpy to 0.0374802 mmpy. The conclusion of this study is that one repetition of *sandblasting* in the TWAS method has provided the best quality that can improve the performance and use *impeller* of the pump.

Keywords: 95MXC; *Sandblasting*; *Stainless Steel*; *Twin Wire Arc Spray* (TWAS)

1. Pendahuluan

Pompa adalah alat yang digunakan untuk memindahkan fluida cair dari satu tempat ke tempat lain guna mengatasi berbagai hambatan aliran, pada pompa sentrifugal, fluida digerakan melalui *impeller* yang dipasang pada selubung spiral

[1]. *Impeller* merupakan salah satu komponen utama pompa yang terus berputar untuk mengubah energi mekanis menjadi energi kecepatan pada fluida cair [2]. *Impeller* ini sering kali terjadi kegagalan, seperti keausan yang terjadi karena beberapa faktor seperti erosi, korosi, dan kavitasi. Erosi disebabkan adanya benturan partikel padat atau cair pada permukaan *impeller*. Korosi diakibatkan oleh reaksi kimia dan elektrokimia. Kavitasi yang terjadi karena adanya gelembung uap dan pecah sehingga menimbulkan lubang pada *impeller* [3].

Akibat dari permasalahan ini, dibutuhkan cara agar dapat memperpanjang umur penggunaan *impeller* pompa. Salah satunya dengan cara thermal *coating* dengan metode *twin wire arc spray* (TWAS). TWAS menggunakan dua buah kawat yang dimasukkan ke dalam mesin injeksi dan pada bagian busur listrik dinyalakan di antara kedua ujung kawat sehingga ketika kawat meleleh dengan cepat lelehan ditembak dan mengeras pada permukaan yang diberi pelapisan [4]. Metode pelapisan ini memiliki keunggulan dengan biaya pengoperasian yang rendah, laju penyemprotan yang tinggi dan pengendapan pelapisan yang lebih efisien sehingga dapat meningkatkan sifat mekanik dan ketahanan korosi [5].

Sandblasting merupakan *surface preparation* sebelum dilakukan proses *coating*. Permukaan yang akan diberikan *coating* dibersihkan dan dibuat menjadi kasar sehingga dapat mengikat lapisan *coating* dengan baik [6]. Informasi secara spesifik mengenai hasil dari pengulangan *sandblasting* tidak dapat ditemukan, namun secara umum, *sandblasting* dilakukan tanpa pengulangan. Proses lainnya yang dilakukan adalah melakukan *pre-heat*. Perlakuan *pre-heat* dalam proses TWAS *coating* tidak banyak yang menyebutkan secara langsung, namun pemberlakuan *pre-heat* dapat mempengaruhi hasil sifat mekanis pelapisan di antaranya tegangan tekan meningkat, mengurangi tegangan tarik, dan mengurangi tekanan termal pada lapisan [7]. Namun, *pre-heat* tidak disarankan dilakukan melebihi 700°C karena dapat mengakibatkan tegangan tekan menjadi tegangan tarik yang berpotensi menyebabkan kegagalan pelapisan [8].

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan karakterisasi terhadap lapisan *coating* pada *impeller* pompa berbahan *stainless steel* 304 menggunakan metode TWAS dengan variasi jarak penembakan, tekanan udara dan perlakuan post-heat. Hingga saat ini, pengaruh perlakuan *sandblasting* terhadap karakterisasi lapisan *coating* yang disiapkan menggunakan metode TWAS masih belum banyak diteliti. Oleh sebab itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pengulangan *sandblasting* terhadap karakterisasi lapisan *coating* pada *impeller* pompa berbahan baku *stainless steel* 304 yang disiapkan menggunakan metode TWAS. Pada penelitian ini, lapisan *coating* terdiri dari NiAl sebagai bond coat dan FeCrBSiMn sebagai top coat. Proses karakterisasi pada penelitian ini dilakukan pada spesimen tanpa *coating* dan spesimen yang telah *dicoating*. Pada spesimen yang *dicoating* terlebih dahulu dilakukan proses *sandblasting* dengan satu kali pengulangan. Proses *coating* pada penelitian ini dilakukan pada jarak penembakan 100 mm dan tekanan gas sebesar 3 Bar. Parameter ini mengacu pada penelitian sebelumnya yang menghasilkan sifat mekanis lebih baik dibanding parameter lainnya, penelitian sebelumnya Fitriyana [9]. Selanjutnya pada penelitian ini, *stainless steel* 304 menjadi bahan utama *impeller* yang kemudian akan diberikan pelapis NiAl (75B) sebagai bond coat dan FeCrBMnSi (95MXC) sebagai top coat setelah dilakukan *pre-heat*.

2. Material dan metodologi

Pada penelitian ini, material yang digunakan sebagai substrat adalah *stainless steel* 304 dengan panjang, lebar dan tebal sebesar 1000 mm x 100 mm x 10 mm. Komposisi kimia ditunjukkan pada Tabel 1 dan sifat mekanik pada Tabel 2. Proses *coating* digunakan kawat produk TAFA 75B (NiAl) sebagai bond coat dengan komposisi kimia yang ditunjukkan pada Tabel 3 dan sifat mekanik pada Tabel 4, dan kawat produk TAFA 95MXC (FeCrBSiMn) sebagai top coat dengan komposisi kimia yang ditunjukkan pada Tabel 5 dan sifat mekanik pada Tabel 6. Kawat 75B dan 95MXC diperoleh di PT Cipta Agung, Surabaya, Indonesia.

Tabel 1. Komposisi Kimia *Stainless Steel* 304 [10]

Elemen	C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni
Persentase (%)	0,08	2	0,045	0,3	1	18	8

Tabel 2. Sifat Mekanik *Stainless Steel* 304 [11]

<i>Density</i>	8,000 Kg/m ³
<i>Comprehensive Strength</i>	210 MPa
<i>Modulus of Elasticity</i>	193 GPa
<i>Thermal Expansion</i>	17,2 x 10 ⁻⁶ /K
<i>Thermal Conductivity</i>	16,2 W/m.K

Tabel 3. Komposisi Kimia 75B [12]

Elemen	Ni	Al
Persentase (%)	95	5

Tabel 4. Sifat Mekanik 75B [12]

<i>Wire Size</i>	1/16 in (1,6 mm)
<i>Deposit Efficiency</i>	70%
<i>Melting Point</i>	2642°F (1450°C)
<i>Bond Strength Tensile</i>	9,100 psi <i>clean surface</i> (62,8 MPa) 9,750 psi <i>blasted surface</i> (67,2 MPa)
<i>Coating Texture (as sprayed)</i>	<i>Variable</i>
<i>Hardness</i>	55-80 Rb
<i>Coating Density</i>	7,8 gm/cc
<i>Coating Weight</i>	0,038 lbs/ft/mil
<i>Magnetic Properties</i>	<i>Non-magnetic, slight magnetic susceptibility</i>
<i>Abrasion Resistance</i>	<i>Good</i>

Tabel 5. Komposisi Kimia 95MXC [13]

Elemen	Si	Cr	Ni	Mn	B	Fe	Wc	TiC
Persentase (%)	1,25	14	4,5	0,55	1,87	<i>Balance</i>	26	6

Proses penelitian ini dimulai dengan dilakukannya pemotongan substrat menjadi dimensi panjang, lebar dan tinggi sebesar 100 mm x 100 mm x 10 mm menggunakan mesin pemotong Everising S-12H milik PT Bhinneka Bajasas, Semarang, Indonesia. Setelah dilakukan pemotongan substrat, selanjutnya adalah perlakuan *sandblasting* menggunakan Garnet 40-60 mesh. Sebelum proses *sandblasting* diberikan variasi sehingga substrat diberikan kode spesimen seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 (a) dan setelah diberikan *sandblasting* ditunjukkan pada Gambar 1 (b). Kode spesimen dan variasi *sandblasting* ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 6. Sifat Mekanik 95MXC [13]

Wire Size	1/16 in (1,6 mm)
Deposit Efficiency	70%
Melting Poiny	2200°F (1204°C) (approx.)
Bond Strenght Tensile	5775 psi @ 20 mils thick
Coating Texture (as sprayed)	Variable
Microhardness	As sprayed: 595 DPH R _{C55} After abrasive load: 1180 DPH
Coating Density	6,75 gm/cc
Finish-Ground	Excellent

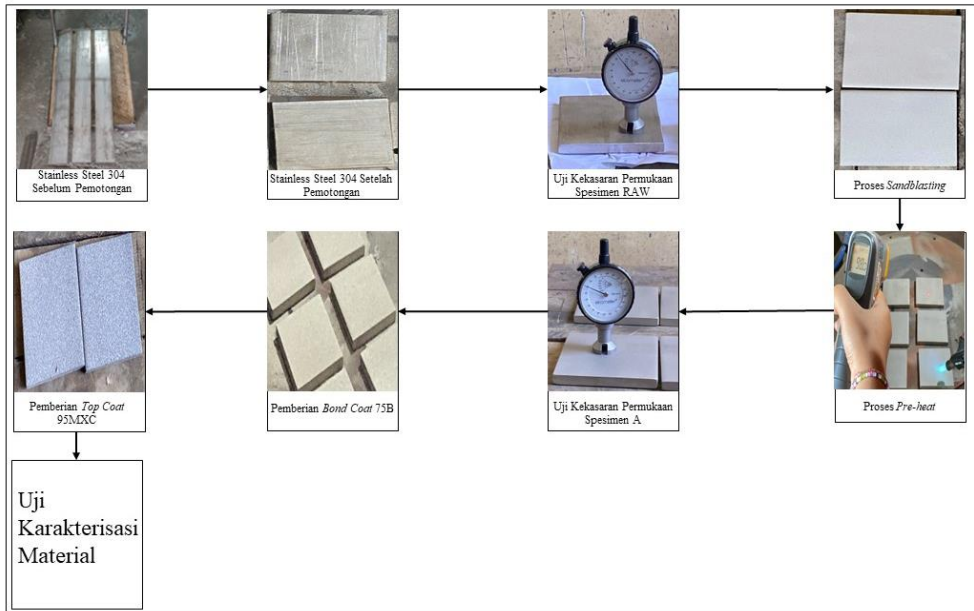


Gambar 1. Material Substrat Sebelum (a) dan Sesudah (b) Sandblasting

Tabel 7. Kode Spesimen

Kode Spesimen	Proses Coating
RAW	: Tanpa perlakuan <i>coating</i> .
A	: Dilakukan <i>coating</i> dengan pengulangan perlakuan <i>sandblasting</i> sebanyak satu kali.

Setelah tahap *sandblasting* selesai, selanjutnya dilakukan proses *pre-heat* dengan suhu 100°C dan dilanjut dengan pemberian *coating* dengan kawat 75B sebagai *bond coat* dan kawat 95MXC sebagai *top coat*. Proses ini dilakukan menggunakan mesin Miller Delta Weld 602 (Miller Electric, USA). Proses alur prosedur eksperimen ini ditunjukkan pada Gambar 2. Setelah proses *coating* selesai, untuk mengetahui karakterisasi material pelapisan *coating*, dilakukan beberapa pengujian diantaranya uji kekasaran, *Scanning Electron Microscope* (SEM), uji ketebalan, uji kekerasan, uji *coating* dan uji laju korosi. Pengujian kekasaran permukaan sebelum dan sesudah *sandblasting* dilakukan menggunakan alat Elcometer E123 (Elcometer) dengan standar ISO 8503. Pengujian ini dilakukan dengan meletakkan alat di beberapa titik permukaan substrat. Pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM) dilakukan untuk mengetahui struktur morfologi lapisan *coating* menggunakan alat model Phenom Pro X (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA USA). Hasil pengujian kemudian dianalisis menggunakan software ImageJ guna menghitung porositas dan *unmelt*. Pengujian *Light Optical Microscope* (LOM) dilakukan untuk mendapatkan foto mikron lapisan *stainless steel* 304 yang kemudian dianalisis dengan software ImageJ guna mengetahui nilai pelapisan. Pengujian ini menggunakan alat model Olympus U-MSSP4 (Evident Corporation, Shinjuku-ku, Tokyo, Japan).

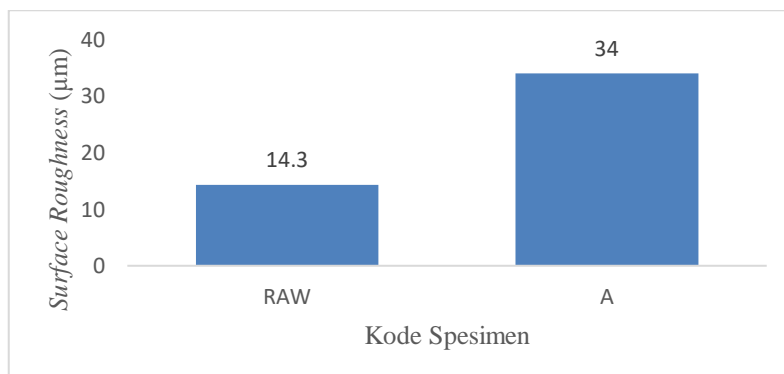


Gambar 2. Alur Prosedur Eksperimen

Pengujian kekerasan lapisan dilakukan menggunakan *microhardness vickers* dengan alat model Mitutoyo HM-21 (Mitutoyo Corporation, Kawasaki city, Kanagawa, Japan) dengan standar ASTM E384. Pengujian *bonding* dilakukan untuk mengetahui daya rekat pelapisan dengan menempelkan dolly berdiameter 20 mm pada lapisan *coating* yang kemudian dibiarkan selama 24 jam dan kemudian dolly ditarik menggunakan alat PosiTest AT-M Adhesion Tester (DeFolsko Corporation, Ogdensburg, New York, USA) dengan standar ASTM D4541. Pengujian laju korosi dilakukan dengan standar ASTM G102, pengujian ini dilakukan dengan substrat sebelum dan sesudah diberlakukan pelapisan sebagai perbandingan laju korosi.

3. Hasil dan pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan spesimen A meningkatkan kekasaran permukaan sebesar 34 μm dari spesimen RAW sebesar 14,3 μm . Hasil ini dapat dilihat pada Gambar 3.

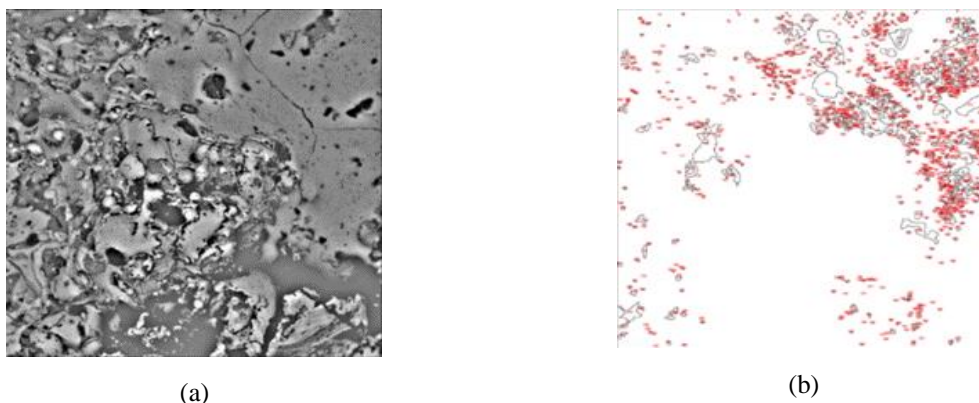


Gambar 3. Hasil Uji Kekasaran Permukaan

Faktor yang menyebabkan hal ini terjadi akibat material *sandblasting* memiliki tekstur yang kasar berpindah pada permukaan substrat [14]. Selain itu, *sandblasting* merupakan teknik modifikasi permukaan tekstur maupun struktur mikro

dengan tujuan utama membuat permukaan substrat menjadi lebih kasar sehingga dapat mengikat ikatan substrat dengan lapisan *coating* yang akan diberikan [6]. Dalam penelitian Finger (2020) mendapati sudut penembakan pada tegak lurus dengan permukaan dapat meningkatkan hasil kekasaran permukaan [15].

Pengujian SEM dilakukan untuk mengetahui morfologi struktur lapisan *coating*. Analisa porositas dan *unmelt* pada bagian *coating* dilakukan menggunakan software ImageJ untuk mengetahui nilai persentase setelah dilakukan pelapisan. Hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 4.



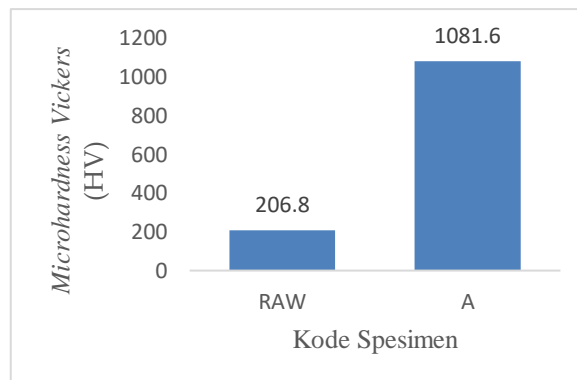
Gambar 4. Hasil SEM spesimen (a) dan Hasil Porositas dan *Unmelt* Material dengan ImageJ (b)

Hasil porositas dan *unmelt* menunjukkan spesimen A sebesar 7,122%. Berdasarkan Teo et al. (2021) *sandblasting* memiliki efek pada porositas dan *unmelt* berdasarkan beberapa kondisi diantaranya tekanan, ukuran, waktu, partikel abrasive dan material [16]. Menurut penelitian Tejero-Martin dkk, semakin banyak pengulangan *sandblasting*, semakin tinggi nilai porositas dan *unmelt*. Hal ini terjadi akibat kekasaran yang meningkat menyebabkan celah pelapis cenderung berdekatan mengakibatkan banyak partikel tidak meleleh dan membuat rongga porositas [17]. Ini juga terjadi pada penelitian Odhiambo (2019) yang melakukan pelapisan metode plasma di mana kekasaran permukaan meningkat, panas pada proses penyemprotan termal semakin sulit meleleh sehingga lubang porositas meningkat [18]. Porositas memiliki pengaruh dalam karakterisasi material karena porositas dapat terisi molekul seperti air, udara atau senyawa lain yang dapat menyebabkan korosi dan melemahnya *bonding coating* [19].

Pengujian ketebalan lapisan menggunakan gambar yang didapatkan dengan bantuan mikroskop dan software ImageJ untuk menghitung ketebalannya. Hasil pengujian ini didapatkan spesimen A memiliki ketebalan sebesar 0,125 mm. *Sandblasting* sendiri merupakan metode perawatan permukaan yang bertujuan untuk membersihkan serta membuat permukaan substrat menjadi lebih kasar sehingga material pelapis yang diberikan dapat menempel dengan baik [20]. Namun, peningkatan ketebalan lapisan *coating* mempengaruhi porositas dan *unmelt*. Selaras dengan penelitian Khokhlov (2021) menggunakan metode oksidasi mikorarc, semakin tebal lapisan oksida, porositas meningkat akibat banyak sel yang terbentuk di dalam lapisan [21].

Hasil pengujian kekerasan pada spesimen RAW dan A dapat dilihat pada Gambar 5. Hasil pengujian ini menunjukkan ketika spesimen diberi pelapisan, kekerasan juga meningkat hingga 423,01%. Dalam penelitian Duplak (2023) menjelaskan keterkaitan antara kekasaran permukaan dengan kekerasan pada spesimen yang dilakukan *coating*, semakin rendah kekasaran permukaan maka semakin tinggi kekerasan yang didapat [22]. Faktor lain yang dapat mempengaruhi kekerasan *coating* adalah porositas dan *unmelt*. Menurut Tillman (2019) hal ini terjadi akibat distribusi partikel tidak seragam pada saat dilakukan proses pelapisan sehingga semakin tinggi nilai porositas dan *unmelt*, semakin rendah nilai

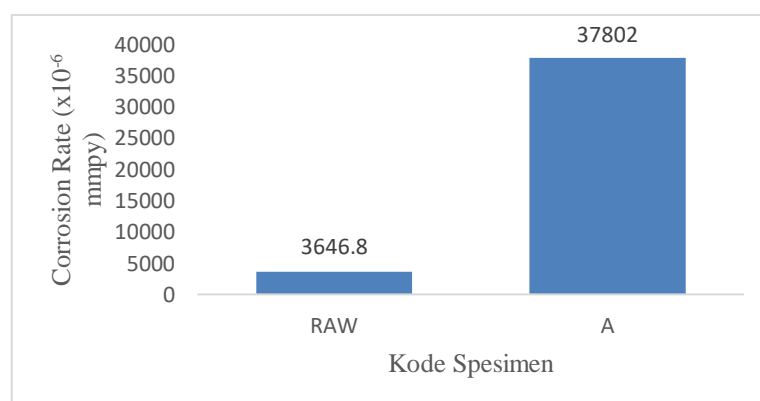
kekerasan *coating* [23]. Hal ini selaras dengan penelitian Palanisamy (2022) yang juga menunjukkan hasil semakin tinggi kekerasan lapisan, semakin rendah porositas dan *unmeltnya* [24].



Gambar 5. Hasil Pengujian Kekerasan

Pengujian *bonding* dilakukan pada spesimen A yang telah dilakukan *coating* sebesar 14,5 MPa. Berdasarkan Ndumia (2021) belum mencapai nilai *bonding* tertinggi, namun berdasarkan ASM Internasional (2024) hasil ini telah mencapai standar *bonding* untuk proses TWAS [25,26]. *Bonding* dapat berkaitan dengan kekasaran permukaan, semakin tinggi kekasaran semakin tinggi *coating* pelapisan. Ini terjadi karena permukaan kasar memberikan *interlocking* mekanis tambahan dan luas permukaan yang besar akibat kekasaran permukaan [27]. Dalam penelitian Zhixin Wang (2022) ini terjadi akibat kekasaran permukaan memberikan area lebih besar antara substrat dengan geopolimer sehingga menghasilkan sifat mekanis yang lebih kuat dan *bonding* lebih baik [28]. Faktor lain yang mempengaruhi *bonding* adalah ketebalan lapisan [29]. Pada penelitian Shinde dan Sampath (2022) memperoleh penurunan *bonding* diakibatkan meningkatnya ketebalan lapisan akibat tegangan sisa [30]. Daya rekat yang rendah diakibatkan oleh tegangan sisa tidak dapat mewakili hasil pengujian [31].

Porositas juga menjadi faktor pengujian *bonding*. Porositas mengacu pada rongga yang muncul pada pelapisan. Porositas dapat menimbulkan titik lemah sehingga daya rekat lapisan berkurang. Sehingga dapat disimpulkan semakin rendah nilai porositas, semakin baik ikatan partikelnya dan semakin bagus sifat mekanisnya sehingga menyebabkan nilai *bonding* meningkat [19]. Untuk mencegah terjadinya nilai *bonding* rendah akibat faktor tadi, dapat dilakukan dengan cara mengoptimalkan parameter semprotan yakni tekanan udara dan jarak penembakan seperti yang dilakukan pada penelitian sebelumnya Fitriyana (2020) dan DePalma (2022) [9,32].



Gambar 6. Hasil Uji Laju Korosi

Pengujian laju korosi dilakukan pada spesimen *RAW* dan *A* sebagai pembandingan sebelum dan setelah *coating*. Hasil pengujian ini dapat dilihat pada Gambar 6. Hasil ini menunjukkan spesimen *RAW* memiliki laju korosi sebesar 0,0036468 mmpy dan meningkat setelah diberikan pelapisan dengan pengulangan *sandblasting* sekali ditunjukkan pada spesimen *A* sebesar 0,037802 mmpy. *Stainless steel 304* pada dasarnya memiliki ketahanan korosi yang luar biasa bagus sehingga sering diaplikasikan pada berbagai bidang dan dalam kasus ini sebagai *impeller* pompa. Namun, *stainless steel 304* memiliki nilai rendah pada kekerasan dan ketahanan aus yang buruk. Oleh karena itu, pelapisan dilakukan untuk mengoptimalkan kekerasan, ketahanan aus dan ketebalan *stainless steel 304* [33,34]. Hal ini juga menunjukkan semakin tinggi sifat mekanik, semakin menurun laju korosi [35]. Meski demikian, hasil pengujian ini memberikan perlindungan yang lebih baik dibanding dengan substrat tanpa pelapisan. Pelapisan dapat melindungi paparan langsung substrat dengan cairan korosif sehingga dapat memperpanjang jangka penggunaan [36].

4. Kesimpulan

Pompa adalah alat untuk memindahkan fluida dengan komponen utama sebagai penggerak fluida yang ada pada pompa sentrifugal adalah *impeller*. *Impeller* merupakan komponen yang sering terjadi kegagalan akibat terus bekerja dan terkena fluida cair. Penelitian ini berfokus dengan *stainless steel 304* sebagai bahan baku *impeller* dan diberikan pelapisan *coating* dengan tujuan memperpanjang waktu penggunaan. Metode pelapisan yang digunakan berupa *twin wire arc spray* (TWAS) dengan hasil terbaik ada pada satu pengulangan *sandblasting* dan 95MXC sebagai *top coat* pelapisan. Pengujian karakterisasi yang dilakukan di antaranya kekasaran permukaan, porositas dan *unmelt*, ketebalan lapisan, kekerasan lapisan, *coating* dan laju korosi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mencegah kegagalan yang dapat terjadi pada *impeller* pompa akibat erosi, korosi dan kavitasi.

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan spesimen *A* dengan satu pengulangan *sandblasting* menghasilkan kekasaran permukaan sebesar 34 μm . Setelah proses *coating*, ketebalan lapisan dan *bonding* pada lapisan *coating* yang dihasilkan masing-masing sebesar 0,125 mm dan 14,5 MPa. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa nilai porositas dan *unmelt* material pada spesimen *A* sebesar 7,122%. Selanjutnya, kekerasan lapisan yang dihasilkan pada spesimen *A* sebesar 1081,6 HV atau meningkat 423,01% dari spesimen *RAW*. Namun, proses *coating* yang dilakukan pada spesimen *A* mengakibatkan peningkatan laju korosi yaitu sebesar 0,037802 mmpy. Nilai tersebut lebih tinggi dibandingkan laju korosi pada spesimen *RAW* yaitu sebesar 0,0036468 mmpy. Hal ini menunjukkan ketahanan korosi pada spesimen *A* lebih rendah dibandingkan spesimen *RAW* material.

Ucapan terima kasih

Penulisan mengucapkan terima kasih kepada Universitas Negeri Semarang (UNNES) dan Universitas Tarumanegara (UNTAR) yang telah mendukung pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Li Y, Su H, Wang Y, Jiang W, Zhu Q. Dynamic Characteristic Analysis of Centrifugal Pump Impeller Based on Fluid-Solid Coupling. *J Mar Sci Eng* 2022;10:880. <https://doi.org/10.3390/jmse10070880>.
- [2] Ramakrishna R, Hemalatha S, Rao DS. Analysis and performance of centrifugal pump impeller. *Mater Today Proc* 2022;50:2467–73. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.10.364>.
- [3] Pokharel N, Ghimire A, Thapa B, Thapa BS. Wear in centrifugal pumps with causes, effects and remedies: A Review. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci* 2022;1037:012042. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1037/1/012042>.

- [4] Houdková Š, Šulcová P, Lencová K, Česánek Z, Švantner M. Twin Wire Arc Sprayed Coatings for Power Industry Applications – process parameters optimization study. *J Phys Conf Ser* 2023;2572:012001. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2572/1/012001>.
- [5] Bang J, Lee E. Evaluation of the Mechanical and Corrosion Behavior of Twin Wire Arc Sprayed Ni-Al Coatings with Different Al and Mo Content. *Coatings* 2023;13:1069. <https://doi.org/10.3390/coatings13061069>.
- [6] Wang H-Y, Zhu R-F, Lu Y-P, Xiao G-Y, He K, Yuan YF, et al. Effect of sandblasting intensity on microstructures and properties of pure titanium micro-arc oxidation coatings in an optimized composite technique. *Appl Surf Sci* 2014;292:204–12. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2013.11.115>.
- [7] Tillmann W, Hagen L, Luo W. Process Parameter Settings and Their Effect on Residual Stresses in WC/W2C Reinforced Iron-Based Arc Sprayed Coatings. *Coatings* 2017;7:125. <https://doi.org/10.3390/coatings7080125>.
- [8] Tang D. Effect of substrate preheating temperature and coating thickness on residual stress in plasma sprayed hydroxyapatite coating. *IOP Conf Ser Mater Sci Eng* 2015;87:012097. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/87/1/012097>.
- [9] Fitriyana DF, Caesarendra W, Nugroho S, Haryadi GD, Herawan MA, Rizal M, et al. The Effect of Compressed Air Pressure and Stand-off Distance on the Twin Wire Arc Spray (TWAS) Coating for Pump Impeller from AISI 304 Stainless Steel, 2020, p. 119–30. https://doi.org/10.1007/978-981-15-2294-9_11.
- [10] Deni Fajar Fitriyana, Samsudin Anis, Abdul Rachman Al Qudus, Mirza Aufa Nugraha Lakuy, Rifky Ismail, Sri Nugroho, et al. The Effect of Post-Heat Treatment on The Mechanical Properties of FeCrBMnSi Coatings Prepared by Twin Wire Arc Spraying (TWAS) Method on Pump Impeller From 304 Stainless Steel. *J Adv Res Fluid Mech Therm Sci* 2022;93:138–47. <https://doi.org/10.37934/arfmts.93.2.138147>.
- [11] COMPANY TM. AISI 304 Stainless steel data sheet n.d.
- [12] TAFE raxair and. Arc Spray BondArc® Wire75B® n.d.
- [13] TAFE P and. 5MXC® UltraHard® Wire Coating Physical Properties. n.d.
- [14] Kaladhar M, Venkata Subbaiah K, Srinivasa Rao CH. Optimization of surface roughness and tool flank wear in turning of AISI 304 austenitic stainless steel with CVD coated tool. *J Eng Sci Technol* 2013;8:165–76.
- [15] Finger C, Stiesch M, Eisenburger M, Breidenstein B, Busemann S, Greuling A. Effect of sandblasting on the surface roughness and residual stress of 3Y-TZP (zirconia). *SN Appl Sci* 2020;2:1700. <https://doi.org/10.1007/s42452-020-03492-6>.
- [16] Teo AQA, Yan L, Chaudhari A, O'Neill GK. Post-Processing and Surface Characterization of Additively Manufactured Stainless Steel 316L Lattice: Implications for BioMedical Use. *Materials (Basel)* 2021;14:1376. <https://doi.org/10.3390/ma14061376>.
- [17] Tejero-Martin D, Bai M, Mata J, Hussain T. Evolution of porosity in suspension thermal sprayed YSZ thermal barrier coatings through neutron scattering and image analysis techniques. *J Eur Ceram Soc* 2021;41:6035–48. <https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2021.04.020>.
- [18] Odhiambo JG, Li W, Zhao Y, Li C. Porosity and Its Significance in Plasma-Sprayed Coatings. *Coatings* 2019;9:460. <https://doi.org/10.3390/coatings9070460>.
- [19] Kazamer N, Muntean R, Vălean PC, Pascal DT, Mărginean G, Șerban V-A. Comparison of Ni-Based Self-Fluxing Remelted Coatings for Wear and Corrosion Applications. *Materials (Basel)* 2021;14:3293. <https://doi.org/10.3390/ma14123293>.
- [20] Rudawska A, Danczak I, Müller M, Valasek P. The effect of sandblasting on surface properties for adhesion. *Int J*

Adhes Adhes 2016;70:176–90. <https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2016.06.010>.

- [21] Khokhlov A, Maryin D, Molochnikov D, Khokhlov A, Gayaziev I, Smirnova O. Influence of the thickness and porosity of the oxide coating on the piston heads depending on the parameters of the microarc oxidation mode. *J Phys Conf Ser* 2021;2131:042046. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2131/4/042046>.
- [22] Duplak J, Duplakova D, Zajac J. Research on Roughness and Microhardness of C45 Material Using High-Speed Machining. *Appl Sci* 2023;13:7851. <https://doi.org/10.3390/app13137851>.
- [23] Tillmann W, Khalil O, Abdulgader M. Porosity characterization and its effect on thermal properties of APS-sprayed alumina coatings. *Coatings* 2019;9. <https://doi.org/10.3390/coatings9100601>.
- [24] Palanisamy K, Gangolu S, Mangalam Antony J. Effects of HVOF spray parameters on porosity and hardness of 316L SS coated Mg AZ80 alloy. *Surf Coatings Technol* 2022;448:128898. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2022.128898>.
- [25] Ndumia JN, Kang M, Gbenontin BV, Lin J, Nyambura SM. A Review on the Wear, Corrosion and High-Temperature Resistant Properties of Wire Arc-Sprayed Fe-Based Coatings. *Nanomaterials* 2021;11:2527. <https://doi.org/10.3390/nano11102527>.
- [26] Society AI and the TS. *Thermal Spray Processes* n.d.;2004.
- [27] Croll SG. Surface roughness profile and its effect on *coating* adhesion and corrosion protection: A review. *Prog Org Coatings* 2020;148:105847. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2020.105847>.
- [28] Wang Z, Rong X, Zhao L, Xing X, Ma H. Effects of Substrate Surface Characteristics on the Adhesion Properties of Geopolymer Coatings. *ACS Omega* 2022;7:11988–94. <https://doi.org/10.1021/acsomega.2c00170>.
- [29] Salimi A, Mirabedini SM, Atai M, Mohseni M, Naimi-Jamal MR. Correlating the adhesion of an acrylic *coating* to the physico-mechanical behavior of a polypropylene substrate. *Int J Adhes Adhes* 2011;31:220–5. <https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2011.01.003>.
- [30] Shinde S, Sampath S. A Critical Analysis of the Tensile Adhesion Test for Thermally Sprayed Coatings. *J Therm Spray Technol* 2022;31:2247–79. <https://doi.org/10.1007/s11666-022-01468-z>.
- [31] Accepted Practice for Testing Bond Strength of Thermal Spray Coatings. *Therm. Spray Technol.*, ASM International; 2022, p. 101–6. <https://doi.org/10.31399/asm.tb.tstap.t56040101>.
- [32] DePalma K, Walluk M, Martin LP, Sisak K. Investigation of Mechanical Properties of Twin Wire Arc Repair of Cast Iron Components. *J Therm Spray Technol* 2022;31:315–28. <https://doi.org/10.1007/s11666-021-01304-w>.
- [33] Naeem M, Awan S, Shafiq M, Raza HA, Iqbal J, Díaz-Guillén JC, et al. Wear and corrosion studies of duplex surface-treated AISI-304 steel by a combination of cathodic cage plasma nitriding and PVD-TiN *coating*. *Ceram Int* 2022;48:21473–82. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2022.04.115>.
- [34] Montemor MF. Functional and smart coatings for corrosion protection: A review of recent advances. *Surf Coatings Technol* 2014;258:17–37. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2014.06.031>.
- [35] Bartkowski D, Bartkowska A. Manufacturing Process, Microstructure and Physico-Mechanical Properties of W-Cr Coatings Reinforced by Cr₃C₂ Phase Produced on Tool Steel through Laser Processing. *Materials (Basel)* 2023;16:4542. <https://doi.org/10.3390/ma16134542>.
- [36] Movassagh-Alanagh F, Mahdavi M. Improving wear and corrosion resistance of AISI 304 stainless steel by a multilayered nanocomposite Ti/TiN/TiSiN *coating*. *Surfaces and Interfaces* 2020;18:100428. <https://doi.org/10.1016/j.surfin.2019.100428>.