

PENGARUH JARAK NOZZLE SANDBLASTING BAJA SS400 TERHADAP KETEBALAN COATING DAN LAJU KOROSI

Wahyu Pamungkas¹⁾, Yasmina Amalia²⁾, Riria Zendy Miratahti³⁾

¹⁾Program Studi Teknik Metalurgi, Jurusan Teknik Pertambangan

²⁾Fakultas Teknologi Mineral, UPN "Veteran" Yogyakarta, Yogyakarta

Naskah diterima 25 09 2022; direvisi 15 05 2022; disetujui 15 05 2022

doi: <https://doi.org/10.24843/JEM.2022.v15.i02.p08>

Abstrak

Logam baja merupakan material utama yang umum digunakan dalam industri hidromekanikal. Jenis logam baja yang banyak digunakan pada industri ini adalah baja karbon rendah, karena baja karbon rendah memiliki keuletan yang tinggi dan mudah machining. Produk hidromekanikal dirancang dengan umur operasi selama 20 hingga 25 tahun. Salah satu faktor keselamatan yang wajib diperhatikan adalah pertumbuhan korosi pada semua bagian struktur produk. Proses terjadinya korosi tidak dapat dihentikan, namun hanya bisa dikendalikan atau diperlambat lajunya. maka dari itu perlu menekan laju korosi serendah mungkin. Salah satu usaha untuk mengendalikan korosi adalah memisahkan logam dan lingkungan yang korosif dengan menggunakan lapis lindung atau coating. Keberhasilan dari proses coating sangat tergantung pada proses surface preparation, dimana proses ini akan mempengaruhi ketebalan coating dari material. Teknik dari surface preparation sangat beragam, namun yang sering digunakan adalah teknik sandblasting. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi jarak nozzle sandblasting terhadap kekasaran permukaan, ketebalan coating, dan nilai laju korosi. Variasi jarak nozzle yang digunakan adalah 300 mm, 600 mm, dan 1000 mm. Dari penelitian yang dilakukan, didapatkan hasil bahwa semakin dekat jarak nozzle sandblasting maka semakin tinggi nilai kekasaran yang diperoleh, semakin tebal nilai ketebalan coating, dan semakin rendah nilai laju korosi yang dihasilkan. Variasi jarak nozzle 300 mm memberikan hasil terbaik dengan rata-rata nilai kekasaran permukaan 88,1 μm , rata-rata nilai ketebalan 605,0 μm , dan rata-rata nilai laju korosi 0,02708 mm/y.

Kata Kunci: Sandblasting, coating, kekasaran permukaan, ketebalan, dan laju korosi.

Abstract

Steel is the main material commonly used in the hydromechanical industry. The type of steel that is widely used in this industry is low carbon steel, because low carbon steel has high ductility and is easy to machining. Hydromechanical products are designed with an operating life of 20 to 25 years. One of the safety factors that must be considered is the growth of corrosion on all parts of the product structure. The process of corrosion cannot be stopped, but can only be controlled or slowed down. therefore it is necessary to suppress the corrosion rate as low as possible. One of the efforts to control corrosion is to separate the metal and the corrosive environment by using a protective layer or coating. The success of the coating process is highly dependent on the surface preparation process, where this process will affect the coating thickness of the material. The technique of surface preparation is very diverse, but the one that is often used is the sandblasting technique. This study aims to determine the effect of sandblasting nozzle distance variations on surface roughness, coating thickness, and corrosion rate values. The nozzle distance variations used are 300 mm, 600 mm, and 1000 mm. From the research carried out, it was found that the closer the sandblasting nozzle distance, the higher the roughness value obtained, the thicker the coating thickness value, and the lower the corrosion rate value produced. Variations in nozzle distance of 300 mm gave the best results with an average surface roughness value of 88.1 μm , an average thickness value of 605.0 μm , and an average corrosion rate value of 0.02708 mm/y.

Keywords: Sandblasting, coating, surface roughness, thickness, and corrosion rate.

1. Pendahuluan

Logam baja merupakan material utama yang umum digunakan dalam industri hidromekanikal seperti pada konstruksi pintu air, penstock, expanded joint, dan lainnya. Jenis logam baja yang banyak digunakan pada industri ini adalah baja karbon rendah, karena baja karbon rendah memiliki keuletan yang tinggi dan mudah *machining*. Produk hidromekanikal dirancang dengan umur operasi selama 20 hingga 25 tahun. Pada pengoperasiannya, faktor keselamatan dan kekuatan produk harus terjamin untuk menghindari kegagalan pada logam. Korosi merupakan kerusakan atau degradasi logam akibat reaksi redoks antara suatu logam dengan berbagai zat di lingkungannya, yang menghasilkan senyawa-senyawa yang tidak dikehendaki. [1]. Proses terjadinya korosi tidak dapat dihentikan, namun hanya bisa dikendalikan atau diperlambat lamunnya.

Korosi merupakan masalah yang sering dihadapi sehingga banyak dilakukan penelitian terkait korosi. Korosi dapat merusak material sebelum waktunya, maka dari itu perlu menekan laju korosi serendah mungkin. Salah satu usaha untuk mengendalikankorosi adalah memisahkan logam dan lingkungan yang korosif dengan menggunakan lapis lindung ataucoating. Pelapisan (coating) adalah proses untuk melapisi suatu bahan dasar yang bertujuan untukmelindungi material dari korosi dan memberikan perlindungan pada material. Keberhasilan dari proses coating sangat tergantung pada proses surface preparation, seperti proses sandblasting dimana proses ini akan mempengaruhi ketebalan coating dari material. Nilai kekasaran permukaan hasil sandblasting pada baja ASTM A36 berpengaruh signifikan terhadaphasil coating dan juga mempengaruhi laju korosimaterial baja ASTM A36 [2]. Selain itu, nilai kekasaran permukaan hasil sandblasting pada baja karbon rendah berpengaruh signifikan terhadap ketebalan hasilcoating [3]. Maka dari itu, peneliti merasa perlu melakukan penelitian pengaruh jarak nozzle sandblasting baja SS 400 yang diaplikasikan pada pintu air bendungan, serta pengaruhnya terhadap kekasaran permukaan, ketebalan coating, dan laju korosi baja SS 400.

Pada penelitian ini dilakukan pengujian kekasaranmaterial, ketebalan, dan laju korosi baja SS 400, yang

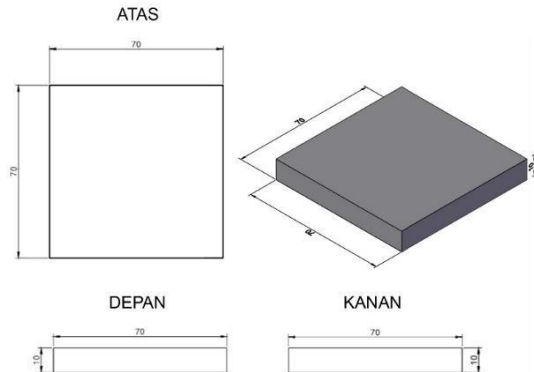
diaplikasikan pada pintu air bendungan. Material uji dilakukan sandblasting terlebih dahulu menggunakan bahan abrasif steelgrit, dengan variasi jarak nozzle 300, 600, dan 1000 mm. Selanjutnya dilakukan proses coating 3 *layer* yang terdiri dari primer, intermediet, dan topcoat. Dengan ketebalan yang diterapkan oleh PT Barata Indonesia untuk pintu air bendungan yaitu >400 μ m.

2. Metode Penelitian

2.1. Bahan Penelitian

Material yang digunakan pada penelitian ini adalah baja SS400 (baja *low carbon*), material ini digunakan sebagai material utama pembuatan produk hidromekanikal di PT Barata Indonesia. Untuk proses

sandblasting, menggunakan material abrasif *steelgrit* ukuran G-25. Selanjutnya coating menggunakan jenis coating epoxy, dengan merk cat primer Jotun Jotumastic 80, dan merk cat finish Jotun Penguard Topcoat. Sedangkan untuk media korosif yang digunakan adalah air sungai, yang diambil dari Sungai Opak, Kabupaten Bantul, DIY. Adapun bentuk dari spesimen yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 2 Dimensi spesimen

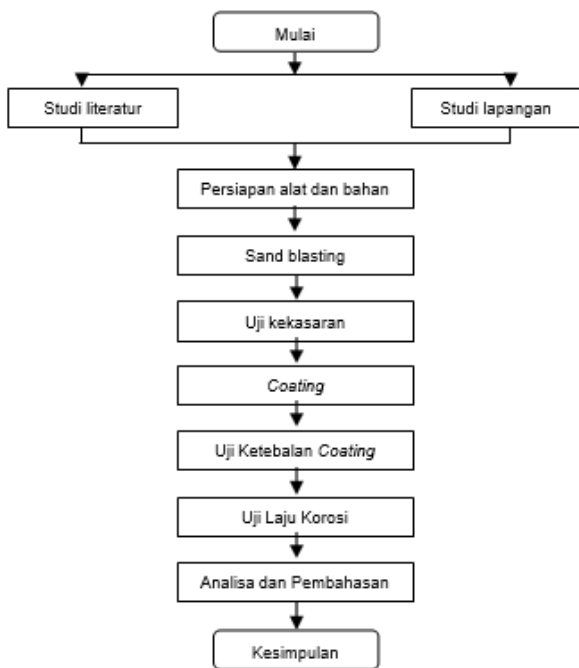
2.2. Alur Penelitian

Alur penelitian dimulai dari proses preparasi spesimen, spesimen dipotong menjadi 9 pcs dengan dimensi 70 x 70 x 10 mm. setelah dipotong, spesimen dilakukan sandblasting dengan variasi jarak nozzle 300 mm, 600 mm, dan 1000 mm. hasil sandblasting dilakukan pengukuran kekasaran permukaan. Setelah didapatkan nilai kekasaran, dilanjutkan coating dan diukur ketebalan hasil coating. Spesimen hasil coating dilakukan pengujian korosi dengan media korosif air sungai selama 3 minggu. Alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.

2.3. Sandblasting

Proses sandblasting umumnya digunakan untuk membersihkan permukaan material yang akan dilapisi cat (*coating*). Aplikasi coating yang sebelumnya dibersihkan dengan cara *sandblasting* akan memiliki umur yang lebih tinggi dan meningkatkan umur pakai struktur secara signifikan [4].

Prinsip kerja proses sandblasting ini adalah udara bertekanan dari suatu kompresor yang kemudian dilewatkan melalui dua pipa. Pipa pertama menuju tabung pasir sedangkan pipa kedua dilewatkan langsung menuju nozzle. Akhirnya dari ujung nozzle dihasilkan udara bertekanan sehingga pasir akan mengikis permukaan material dan membersihkan kotoran yang melekat pada benda kerja [5].



Gambar 1 Alur Penelitian

yang dilapisinya. Epoxy memiliki kelebihan, pertama, mudah dalam proses coating karena memiliki sifat surface tolerant (tidak membutuhkan kekasaran atau tingkat kebersihan yang spesifik pada substrat), kedua, bisa dicampur dengan bermacam curing agents, pigmen dan binder lain untuk mendapatkan sifat-sifat khusus yang diinginkan. Epoxy dapat digunakan pada lapisan manapun dalam Coating System (Primer, Intermediate dan Top Coat) [7].

Material abrasive yang digunakan pada proses penelitian ini adalah steelgrit. Material ini digunakan karena memiliki kelibasan dapat membentuk permukaan kekasara yang baik dan tidak menyebabkan pencemaran udara jika dibandingkan dengan pasir silika. Komposisi steelgrit dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Komposisi steelgrit

Komposisi Kimia	
Carbon	0,20%
Mangan	0,50%
Silika	0,09%
Sulfur	0,04%
Pospor	0,01%
Chrom	0,03%
Nikel	0,03%
Besi	diseimbangkan

2.4. Coating Epoxy

Coating adalah lapisan film yang bening atau berpigment yang berfungsi melindungi permukaan dari pengaruh lingkungan. Coating diklasifikasikan sebagai organik atau inorganik. Kebanyakan coating organik terbuat dari benda hidup [6].

Resin epoxy atau secara umum dikenal dengan bahan epoxy adalah salah satu jenis polimer yang berasal dari kelompok thermoset, yang dibentuk melalui proses polimerisasi kondensasi, bahan plastik yang tidak dapat dilunakkan kembali atau dibentuk kembali kekeadaan sebelum pengeringan. Epoxy memiliki kepadatan dan daya adhesi yang tinggi sehingga memengaruhi ketahanan korosi pada baja

3.1. Hasil Kekasaran Permukaan

Proses pengukuran kekasaran permukaan hasil sandblasting menggunakan metode Replica Tape sesuai dengan standar ASTM D4417. Pada proses pengukuran ini menggunakan tape jenis X Coarse dengan jangkauan bacaan (profile range) 38 – 114 µm. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 2.

Pada penelitian ini dilakukan proses menggunakan metode spray, dengan alat spraygun meiji F100, dengan komposisi mixing 2:1 (cat tipe a: cat tipe b) dan 50% thinner dari total volume.

2.5. Korosi

Korosi merupakan kerusakan material yang disebabkan oleh pengaruh lingkungan sekitarnya [1]. NACE (National Association of Corrosion Engineer) mendefinisikan korosi pada logam secara elektrokimia disebabkan karena komposisi kimia logam tidak homogen sehingga terjadilah penurunan mutu logam. Umumnya mekanisme korosi yang berada didalam suatu larutan terjadi akibat logam yang teroksidasi di dalam larutan hingga melepaskan elektron yang membentuk ion logam yang bermuatan positif. Kemudian larutan yang berperan sebagai katoda dengan reaksi yang umum terjadi adalah pelepasan H₂ dan reduksi O₂, akibat dan H₂O yang tereduksi. Reaksi ini terjadi dipermukaan logam yang akan menyebabkan pengelupasan akibat pelarutan logam kedalam larutan secara berulang-ulang.

Proses terjadinya korosi tidak dapat dihentikan namun hanya bisa dikendalikan atau diperlambat lajunya [8]. Korosi merupakan hasil reaksi antara paduan dan lingkungannya, maka metode pencegahan korosi dapat berfokus pada kontrol lingkungan atau menentukan paduan material yang sesuai. Pada penelitian ini dilakukan coating untuk mengendalikan korosi menjadi lebih lambat.

Laju korosi diartikan sebagai kecepatan rambat korosi pada suatu material, dan umumnya memiliki satuan mm/yr (*milimeter per years*). Pada penelitian ini laju korosi dihitung menggunakan metode kehilangan berat (weight loss). Metode ini menggunakan persamaan:

$$CR = \frac{WK}{DAT} \dots\dots\dots (1)$$

dengan, CR = laju korosi (mmpy); W = kehilangan berat (gr); K = konstanta laju korosi; D = densitas logam (g/cm³); A = luas penampang (cm²); dan T = waktu perendaman (jam).

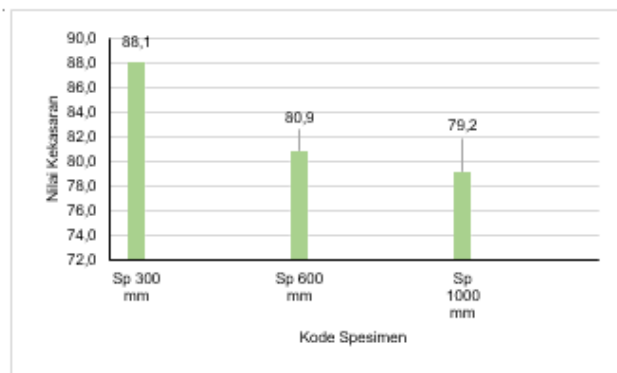
3. Hasil dan Pembahasan

Proses yang dilakukan pada penelitian ini yaitu proses sandblasting baja SS400 yang dilanjutkan dengan proses coating. Proses sandblasting dilakukan perlakuan berbeda dengan variasi jarak nozzle 300 mm, 600 mm, dan 1000 mm yang berturut-turut disebut spesimen 300, spesimen 600, dan spesimen 1000. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini yaitu pengujian kekasaran permukaan, pengujian ketebalan coating, dan pengujian laju korosi.

Tabel 2 Hasil Kekasaran Permukaan

Perlakuan	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Rata-Rata
Sp 30 mm	89,0	88,0	89	88,7
	89,0	86,0	89	88,0
	89,0	84,0	90	87,7
Rata-Rata				88,1
Sp 60 mm	82	80	83	81,7
	80	81	79	80,0
	78	82	83	81,0
Rata-Rata				80,9
Sp 1000 mm	83	80	80	81,0
	77	79	79	78,3
	79	78	78	78,3
Rata-Rata				79,2

Dari pengujian kekasaran yang dilakukan, didapatkan data nilai kekasaran pada jarak nozzle 300 mm dengan rata-rata sebesar 88,1 µm, pada jarak nozzle 600 mm didapatkan rata-rata nilai kekasaran sebesar 80,9 µm, dan pada jarak nozzle 1000 mm didapatkan nilai rata-rata sebesar 79,2 µm.



Gambar 3 Grafik rata-rata kekasaran permukaan

Hasil ini sesuai dengan Gambar 3 bahwa semakin

dekat jarak penyemprotan, maka semakin kasar profil permukaan yang dihasilkan. Hal ini disebabkan oleh semakin jauh jarak penyemprotan pada proses sandblasting, maka akan terjadi perlambatan. Selanjutnya perlambatan menyebabkan kecepatannya menurun dan memperkecil energi yang dihasilkan. Sehingga profil kekasaran yang dihasilkan menjadi lebih halus. Sedangkan pada jarak yang lebih dekat, perlambatan yang terjadi semakin kecil dan energi yang dihasilkan lebih besar.

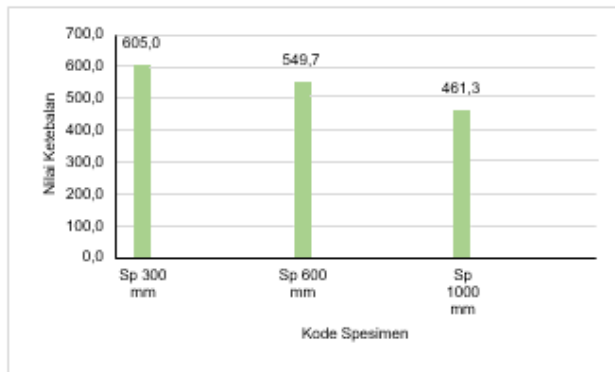
3.2. Hasil Ketebalan Coating

Setelah dilakukan proses coating, selanjutnya dilakukan pengukuran ketebalan lapisan cat hasil coating. Pengukuran ketebalan coating dilakukan menggunakan alat thickness meter berdasarkan ASTM ASTM D1186. Hasil pengukuran ketebalan coating ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Ketebalan Coating

Perlakuan	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Rata-Rata
Sp 30 mm	600	625	620	615,0
	605	630	580	605,0
	595	600	590	595,0
	Rata-Rata			605,0
Sp 60 mm	590	585	565	580,0
	545	565	575	561,7
	492	505	525	507,3
	Rata-Rata			549,7
Sp 1000 mm	474	458	488	473,3
	456	460	464	460,0
	462	434	456	450,7
	Rata-Rata			461,3

Dari pengukuran ketebalan coating yang dilakukan, didapatkan data nilai ketebalan coating pada spesimen jarak nozzle 300 mm dengan rata-rata sebesar 605,0 μm , pada spesimen jarak nozzle 600 mm didapatkan rata-rata nilai ketebalan coating sebesar 549,7 μm , dan spesimen pada jarak nozzle 1000 mm didapatkan nilai rata-rata ketebalan coating sebesar 461,3 μm .



Gambar 4 Grafik rata-rata ketebalan lapisan

Gambar 4 menunjukkan bahwa semakin dekat jarak penembakan pada proses sandblasting, maka nilai ketebalan cat semakin meningkat. Hal ini disebabkan oleh pada saat sandblasting dengan jarak nozzle semakin dekat, menghasilkan permukaan yang semakin kasar. Profil ketebalan lapisan cat yang dihasilkan pada proses coating berkaitan langsung dari kekasaran permukaan yang didapatkan. Semakin kasar profil kekasaran permukaan, maka semakin banyak cat untuk menutup/meratakan pori-pori permukaan. Sehingga didapatkan ketebalan coating yang semakin tebal.

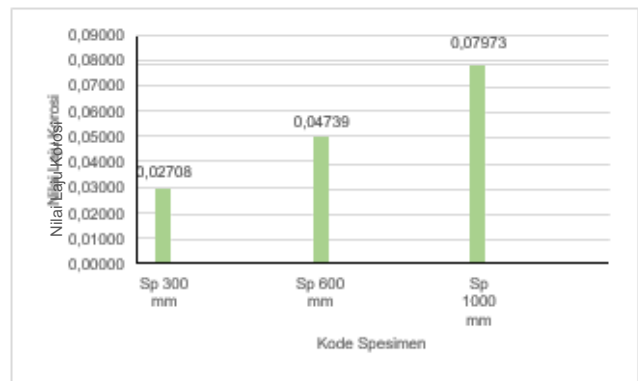
3.3. Hasil Laju Korosi

Pengujian laju korosi dilakukan menggunakan metode kehilangan berat, berdasarkan standar ASTM G1-03 *Standard Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals*. Pengujian korosi dilakukan selama 3 minggu dan menggunakan larutan korosif berupa air sungai. Sebelum melakukan pengujian korosi, air sungai diukur pHnya, dan didapatkan nilai pH air sungai sebesar 6,47 (asam lemah). Hasil pengujian korosi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Laju Korosi

Perlakuan	Kehilangan (mg)	Laju Korosi (mm/y)	Rata-Rata (mm/y)
Sp 300 mm	0,14	0,0315902	0,0270774
	0,09	0,020308	
	0,13	0,0293338	
	0,24	0,0541547	
Sp 600 mm	0,17	0,0383596	0,0473854
	0,22	0,0496418	
	0,35	0,0789756	
Sp 1000 mm	0,32	0,0722063	0,0797278
	0,39	0,0880014	

Dari pengujian korosi yang dilakukan, didapatkan nilai rata-rata laju korosi pada spesimen jarak nozzle 300 mm sebesar 0,02708 mm/yr, pada spesimen jarak nozzle 600 mm didapatkan rata-rata nilai laju korosi sebesar 0,04739 mm/yr, dan spesimen pada jarak nozzle 1000 mm didapatkan nilai rata-rata laju korosi sebesar 0,07973 mm/yr.



Gambar 5 Grafik rata-rata laju korosi

Gambar 5 menunjukkan bahwa semakin dekat jarak nozzle sandblasting, menghasilkan ketebalan coating yang semakin tebal dan berdampak langsung pada nilai laju korosi yang semakin rendah. Hal ini dikarenakan saat sandblasting pada jarak nozzle yang semakin dekat, menghasilkan nilai kekasaran yang semakin tinggi. Dengan nilai kekasaran yang semakin tinggi, maka menghasilkan ketebalan coating yang semakin tebal. Nilai ketebalan yang tinggi inilah yang menyebabkan lingkungan korosif akan semakin sulit untuk bisa 0,02708 0,04739 0,07973 0,00000 0,01000 0,02000 0,03000 0,04000 0,05000 0,06000 0,07000 0,08000 0,09000 0,10000 Sp 300 mm Sp 600 mm Sp 1000 mm Nilai Laju Korosi (mm/yr) Kode Spesimen

Selain itu, nilai pH dari air sungai juga berpengaruh terhadap kemampuan dalam mengkorosi logam. Berdasarkan diagram pourbaix Fe, dijelaskan bahwa semakin asam pH suatu larutan maka akan semakin mudah untuk mengoksidasi logam Fe. Pada penelitian ini pH air sungai yang digunakan adalah 6,47 (asam lemah), yang berarti memiliki sifat oksidasi dan korosif yang lemah.

4. Simpulan

1. Jarak nozzle sandblasting berbanding terbalik dengan nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan. Semakin dekat jarak nozzle sandblasting maka semakin besar kekasaran permukaan yang dihasilkan. Nilai kekasaran tertinggi didapat pada jarak nozzle 300 mm, dengan rata-rata 88,1 μm .
2. Jarak nozzle sandblasting berbanding terbalik dengan nilai ketebalan coating yang dihasilkan. Semakin dekat jarak nozzle sandblasting maka akan semakin tebal coating yang dihasilkan. Nilai ketebalan coating tertinggi didapatkan pada jarak nozzle 300 mm, dengan rata-rata 605,0 μm .
3. Jarak nozzle sandblasting berbanding lurus dengan laju korosi yang dihasilkan. Semakin dekat jarak nozzle sandblasting maka akan semakin kecil nilai laju korosi hasil coating. Nilai laju korosi terendah didapatkan pada jarak nozzle 300 mm dengan nilai laju korosi 0,02708 mm/y. Nilai ini dikategorikan pada kategori excellent (0,02 mm/yr - 0,1 mm/yr) berdasarkan standar yang dikutip dari buku Corrosion Engineering oleh Fontana 1987 [9].

Daftar Pustaka

- [1]. Chamberlain, J. (1991). *Korosi untuk Mahasiswa dan Rekayasawan*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- [2]. Widya, F. (2020). Analisis Pengaruh Variasi Material Abrasif dan Ketebalan Polyurethane Coating Pada Baja ASTM A36 Terhadap Kekuatan Adhesi Dan Laju Korosi di Lingkungan Air Laut. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [3]. Nurhidayat, C. (2018). Pengaruh Variasi Sudut dan Jarak Penembakan Terhadap Kekasaran Permukaan dan Kekuatan Rekat Cat pada Proses Sandblasting Baja Karbon Rendah. Malang: Universitas Brawijaya.
- [4]. Widiyarta, I. (2015). Kekasaran Permukaan Baja Karbon Sedang Akibat Proses Sandblasting Dengan Variasi Tekanan dan Sudut Penyemprotan. Bali: Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Udayana
- [5]. Sulistyono, & Setyarini. (2011). Pengaruh Waktu Dan Sudut Penyemprotan Pada Proses Sand Blasting Terhadap Laju Korosi Hasil Pengecatan Baja AISI 430. Malang: Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang
- [6]. ASCOATINDO. (2014). Coating Inspektor Muda. Bandung: Corrosion Care Indonesia
- [7]. Ali, S. (2019). 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. Surabaya: Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [8]. Ardianto, P. (2017). Pengaruh Cacat Coating dan Perbedaan Salinitas terhadap Laju Korosi pada Daerah Splash Zone menggunakan

Material Baja A36. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- [9]. Fontana, M. (1987). Corrosion Engineering. New York: Departement of Metallurgical Engineering, The Ohio University
- [10]. ASTM D4417 Field Measurement of Surface Profile of Blast Cleaned Steel
- [11]. ASTM 1186 Standard Test Methods for Nondestructive Measurement of Dry Film Thickness of Nonmagnetic Coatings Applied to a Ferrous Base
- [12]. ASTM G31-72 Standard Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals



Wahyu Pamungkas adalah mahasiswa Program Studi Teknik Metalurgi UPN "Veteran" Yogyakarta. Saat ini penulis sedang melakukan penelitian tugas akhir tentang sandblasting dan pengaruhnya terhadap coating. Penelitian dilakukan di PT Barata Indonesia Tegal.