



Pengaruh Jarak Penyemprotan *Powder Coating* Terhadap Ketebalan, Kekerasan, Dan Laju Korosi Pada Material Ss 400

Teguh Wahyudi

Sekolah Tinggi Teknologi Warga Surakarta

Agung Supriyanto

Sekolah Tinggi Teknologi Warga Surakarta

Alamat: Solobaru, Jl. Ray Solo-Baki No.Km 2, Kwarasan, Kec. Grogol, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah

Korespondensi penulis: teguhrpm311@gmail.com

Abstract. This study aims to determine the effect of powder coating spraying distance on the thickness of the powder coating layer, hardness and corrosion rate on SS400 material. Thickness measurement using a Coating Thickness Gauge tool to determine the thickness of the powder coating spraying results, while hardness testing is carried out using the Vickers hardness method with an indenter load of 1.98 N on the material without a powder coating layer and 0.98 N on the material with a powder coating layer, and to accelerate the corrosion rate the material is immersed in a vinegar solution (CH_3COOH) for ± 6 days. The results of the study showed that the highest thickness test at a distance of 10 cm was $72.8 \mu\text{m}$, and the lowest at a distance of 20 cm spraying powder coating $50.9 \mu\text{m}$. The highest hardness value of the material before being coated with powder coating is 152.12 HV , the hardness value of the material with a spraying distance of 10 cm has a material hardness value of 18.34 HV , the hardness value of the material with a spraying distance of 15 cm has a material hardness value of 19.32 HV , the hardness value of the material with a spraying distance of 20 cm has a material hardness value of 19.06 HV . The lowest corrosion rate value is found in the material with a spraying distance of 10 cm with a corrosion rate value of 0.000332 mm/y , and the highest corrosion rate value is found in the material without a powder coating layer, namely with a value of 0.0233 mm/y .

Keywords: POWDER COATING, CORROSION RATE

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jarak penyemprotan *powder coating* terhadap ketebalan lapisan *powder coating*, kekerasan dan laju korosi pada material SS400. Pengukuran ketebalan menggunakan alat *Coating Thickness Gauge* untuk mengetahui ketebalan hasil peyemprotan *powder coating*, sedangkan pengujian kekerasan dilakukan dengan metode *hardness vickers* dengan beban indentor 1,98 N pada material tanpa lapisan *powder coating* dan 0,98 N pada material dengan lapisan *powder coating*, dan untuk mempercepat laju korosi material direndam dalam larutan cuka (CH_3COOH) selama ± 6 hari. Hasil penelitian menunjukkan pengujian ketebalan tertinggi pada jarak 10 cm adalah $72,8 \mu\text{m}$, dan terendah pada jarak 20 cm pemyemprotan *powder coating* $50,9 \mu\text{m}$. Nilai kekerasan tertinggi pada material sebelum dilapisi *powder*

Received August 5, 2025; Revised 2 November, 2025; Accepted November 15, 2025

*Teguh Wahyudi, teguhrpm311@gmail.com

coating yaitu dengan nilai kekerasan 152,12 Hv, nilai kekerasan pada material dengan jarak penyemprotan 10cm memiliki nilai kekerasan material 18,34 HV, nilai kekerasan pada material dengan jarak penyemprotan 15 cm memiliki nilai kekerasan material 19,32 HV, nilai kekerasan pada material dengan jarak penyemprotan 20 cm memiliki nilai kekerasan material 19,06 HV. Nilai laju korosi yang paling rendah terdapat pada material dengan jarak penyemprotan 10 cm dengan nilai laju korosi 0,000332 mm/y, dan nilai laju korosi tertinggi terdapat pada material tanpa lapisan *powder coating* yaitu dengan nilai 0,0233 mm/y.

Kata kunci: *POWDER COATING, LAJU KOROSI.*

LATAR BELAKANG

Di era yang modern ini terdapat berbagai macam cara atau beberapa solusi untuk mengatasi kerusakan pada sebuah komponen. Kerusakan dibeberapa komponen dapat terjadi oleh berbagai faktor, namun terdapat faktor yang paling signifikan yaitu kerusakan akibat korosi yang terjadi pada sebuah komponen terutama yang berbahan dasar logam. Korosi ini terjadi akibat sifat dari logam yang mana reaktif terhadap oksigen sehingga menciptakan sebuah reaksi kimia yang akan membentuk lapisan berupa karat yang mana semakin lama akan memenuhi seluruh permukaan logam pada komponen (Gusti, S., 2016). Karat ini bisa menimbulkan kerusakan karena ketika lapisan karat tersebut menyebar ke seluruh permukaan maka akan mengikis bagian atau material itu sendiri sehingga akan menyebabnya komposisi dari material yang terkena karat akan berdampak pada kekuatan material sehingga kehilangan sifat asli dari material tersebut (Ahmad, Z.2015).

Ada beberapa cara menghindari karat atau korosi ini salah satunya adalah metode pelapisan material logam dengan *powder coating*. *Powder coating* adalah pelapisan sebuah permukaan pada suatu material tertentu yang diaplikasikan dalam bentuk serbuk kering dan kemudian dibentuk menjadi lapisan dengan pemanasan (Muhammad Arifullah, et al. 2015) . Metode aplikasinya pada material adalah dengan cara atau sistem yang berupa 2 substansi yaitu mencakup menggunakan komposisi pengikat padat dan pigmen. Pengikat padat pada proses *powder coating* ini akan meleleh saat dipanaskan sehingga menciptakan lapisan yang akan menempel pada permukaan material dan pengikat pigmen, serta juga untuk komposisi lain yaitu pigmen berfungsi menghasilkan lapisan warna saat didinginkan (Du,Z. et al., 2016).

Dari beberapa penjelasan diatas maka dilakukan lah penelitian ini yang mana digunakan untuk mengetahui hasil pelapisan material SS400 dengan proses *powder coating* yang maksimal. Dari berbagai macam faktor dan variabel yang mempengaruhi hasil dari *powder coating* seperti serbuk yang dipakai apakah cocok dengan material yang digunakan , ukuran *nozzle* yang digunakan, jarak penyemprotan, serta suhu pengeringan yang mana akan mempengaruhi hasil dari *powder coating*. Hasil yang paling menonjol dari *powder coating* adalah ketebalan lapisan, ketebalan ini jika bernilai tinggi atau semakin tebal lapisan bukan berarti semakin baik. Banyak factor yang menjadi pertimbangan ketebalan yagn cocok dari segi ketahanan terhadap korosi, kekuatan lapisan, dan dari segi ekonomis.

Pada penelitian ini dilakukan variasi jarak penyemprotan *powder coating* karena memiliki parameter yang paling signifikan terhadap hasil ketebalan lapisan *powder coating*. Jarak penyemprotan yang digunakan yaitu pada jarak 10 cm ,15 cm , dan 20 cm pada ujung *nozzle* sampai dengan permukaan material.

KAJIAN TEORITIS

1. *Powder coating*

Proses pelapisan, dikenal sebagai pengecatan, dapat dibedakan antara pelapisan menggunakan serbuk (*powder coating*) dan menggunakan cairan (*liquid*). Proses pelapisan menggunakan baik *powder coating* maupun cat liquid memberikan keunggulan dalam melindungi material logam dari korosi dan meningkatkan estetika produk sesuai dengan kebutuhan, yang pada akhirnya meningkatkan nilai produk. Dari kedua proses pengecatan tersebut ada kelebihan dan kekurangan masing – masing (Sudarto et al., 2024).

Dari penelitian sebelumnya terdapat beberapa hal yang mempengaruhi keberhasilan dalam proses *powder coating*. Beberapa faktor tersebut berupa ukuran *nozzle* , jarak penyemprotan, komposisi kimia *powder coating*, skill operator penyemprotan, tekanan penyemprotan , suhu saat pengeringan dan beberapa faktor lain. Dari beberapa faktor diatas menentukan hasil maksimal dari proses *powder coating*. Parameter yang dijadikan dalam keberhasilan *powder coating* adalah ketebalan dari lapisan *powder coating*. Ketebalan lapisan ini bisa dipengaruhi oleh

ukuran *nozzle* dan jarak penyemprotan, dalam studi disebutkan bahwa semakin jauh jarak nozzle dari permukaan maka ketebalan lapisan semakin tipis (Harahap, 2018)

Ketebalan juga dipengaruhi faktor lain seperti diameter nosel, tekanan udara, dan suhu pengeringan, memengaruhi ketebalan lapisan. Penelitian tersebut menemukan bahwa diameter nosel yang lebih besar menghasilkan lapisan cat yang lebih tipis. (Hutama et al., 2019). Salah satu hal yang menjadi konsen dari skripsi ini adalah faktor dari jarak penyemprotan pada saat proses *powder coating*.

Pada penelitian lain menunjukkan pengaruh tekanan udara dan jarak nosel terhadap ketebalan lapisan yang mana menjelaskan bahwa semakin tinggi tekanan udara maka kecepatan tetesan akan semakin tinggi, sehingga jumlah tetesan yang mencapai permukaan substrat akan semakin banyak dan ketebalan lapisan akan semakin meningkat (Rakhadilov et al., 2024).

Pada penelitian ini menggunakan serbuk *Powder coating* merk Zephyr dengan warna *top coat* hitam dan dengan komposisi *Epoxy + Polyester*. Serbuk ini memiliki beberapa material properties guna mengidentifikasi bahan yang digunakan untuk *powder coating* ini.

Tabel 1. Material Propertis *Powder coating*

Typical <i>Powder coating</i> Properties	<i>Epoxy</i>	<i>Epoxy + Polyester</i>	<i>Polyester</i>
Ketebalan (micron)	60 - 80	60 - 80	60-80
Pencil Hardness	2H	H- 2H	H- 2H
Cupping test	Pass > 5 mm	Pass > 5 mm	Pass > 5 mm
Direct Impact	20 Kg/cm	80 Kg/cm	100 Kg/cm
Reverse Impact	5 Kg/cm	80 Kg/cm	100 Kg/cm
Cross cut, 1 mm	GT = 0	GT = 0	GT = 0

2. Laju Korosi

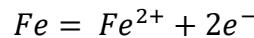
Korosi suatu peristiwa penurunan kualitas yang terjadi pada suatu logam kerugian yang ditimbulkan oleh korosi sangat besar, seperti jika sebuah konstruksi yang terbuat dari baja rusak karena peristiwa korosi . Hal ini biasanya ditandai dengan adanya reaksi kimia atau elektrokimia merupakan yang terjadi pada permukaan yang bereaksi. Laju korosi yang terjadi pada material dapat dikurangi

dengan memberikan lapisan pelindung pada material (El Alan Bramestyo et al., 2025).

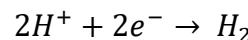
Korosi yang terjadi ketika larutan cuka bereaksi dengan plat besi adalah contoh dari rekasi redoks (reduksi-oksidasi). Reaksi ini melibatkan transfer elektron antara dua zat. Dengan komponen reaksi besi (Fe) yang terbuat dari unsur besi, dalam reaksi ini besi akan bertindak sebagai agen pereduksi (reduktor) karena ia akan kehilangan elektron. Sedangkan larutan cuka/asam asetat (CH_3COOH) bertindak sebagai agen pengoksidasi (oksidator) karena ia akan menerima elektron.

Tahap – tahan reaksi kimia pada besi (Fe) dengan larutan cuka/asam asetat (CH_3COOH) adalah sebagai berikut.

- Oksidasi besi, dimana atom besi dipermukaan plat akan teroksidasi melepaskan dua elektron dan membentuk ion besi (II) atau Fe^{2+}

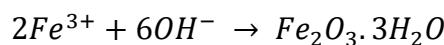
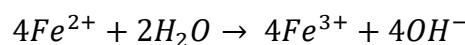


- Reduksi hidrogen, dimana ion hidrogen (H^+) dari asam asetat akan tereduksi dengan menerima elektron dari besi, membentuk gas hidrogen (H_2).



Gas hidrogen ini biasanya terlihat sebagai gelembung – gelembung kecil pada permukaan plat

- Pembentukan karat, dimana ion besi (II) (Fe^{2+}) yang terbentuk akan bereaksi lebih lanjut dengan oksigen (O_2) yang terlarut dalam air dan membentuk ion besi (III) (Fe^{3+}) dan akhirnya membentuk karat yang secara kimia dikenal sebagai besi (III) oksida terhidrasi $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.



Meskipun prosesnya bertahap, rekasi bersihnya dapat disimpulkan sebagai reaksi korosi yang mengubah besi menjadi karat. Asam asetat mempercepat proses ini dengan menyediakan ion (H^+) yang membantu menarik elektron dari besi, sehingga mempercepat oksidasi.

ASTM (American Society Testing and Material) memberikan pedoman penentuan laju korosi dengan metode ini, yang dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$CR (mpy) = \frac{534 \cdot W}{\rho \cdot A \cdot t}$$

$$\text{atau } CR (mpy) = \frac{w \cdot k}{\rho \cdot A \cdot t}$$

Dimana : K = faktor koreksi (K= 87600 untuk mpy, K= 876 untuk mm/y)

W = kehilangan berat (gram)

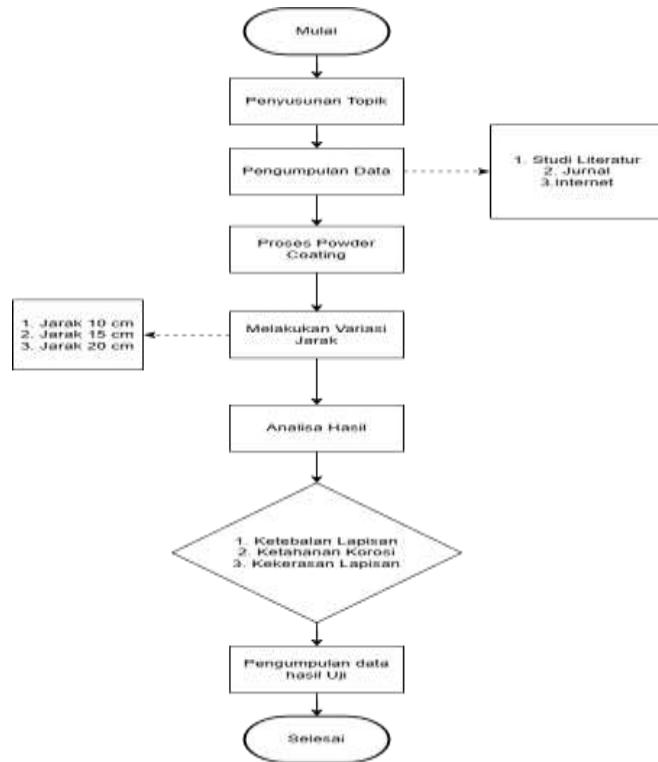
ρ = densitas material (g/cm^3)

A = luas permukaan (cm^3)

t = waktu eksposur (jam)

METODE PENELITIAN

Metode penelitian dilakukan dengan mengikuti diagram alir sebagai berikut.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Alat Dan Bahan

alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Alat

- a) *Spray Gun powder coating*
- b) Kompresor
- c) Mesin *powder coating*
- d) Mesin oven

2. Bahan

- a) Serbuk *powder coating*
- b) Material plat SS400, dimensi Plat Material yang digunakan 7 cm x 12 cm
- c) Larutan cuka/ asam asetat (CH₃COOH)

Proses Pelapisan

Parameter pelapisan

- a) Serbuk *powder coating* menggunakan serbuk merk Zaphyr
- b) Suhu pengeringan 211°C – 220°C
- c) Ukuran Nozzle 1,6 mm
- d) Tekanan Penyemprotan 80 Psi
- e) Variasi jarak penyemprotan 10-20 cm

Pengujian Ketebalan

Pengujian pertama yang dilakukan adalah pengujian ketebalan hasil penyemprotan *powder coating* dengan tahapan sebagai berikut :

- a) Persiapan material hasil pelapisan
- b) Pendinginan material dengan suhu ruangan
- c) Pembersihan material hasil penyemprotan *powder coating*
- d) Pengambilan data dengan alat *Coating Thickness Gauge*

Pengujian Kekerasan

Pengujian kedua yang dilakukan adalah pengujian ketebalan hasil penyemprotan *powder coating* dengan tahapan sebagai berikut :

- a) Persiapan material hasil pelapisan.
- b) Pengujian kekerasan dilakukan dengan metode *hardness vickers* dengan beban indentor 1,98 N pada material tanpa lapisan *powder coating* dan 0,98 N pada

material dengan lapisan *powder coating*.

- c) Pencatatan hasil pengujian.

Pengujian Kekerasan

Pengujian kedua yang dilakukan adalah pengujian ketebalan hasil penyemprotan *powder coating* dengan tahapan sebagai berikut :

- a) Persiapan material hasil pelapisan.
- b) Penimbangan awal material sebelum melakukan pengkorosian.
- c) Perendaman material pada larutan cuka/ asam asetat (CH₃COOH).
- d) Waktu perendaman selama ± 6 hari.
- e) Penimbangan akhir material setelah melakukan pengkorosian.
- f) Perhitungan laju korosi

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengujian Ketebalan Lapisan Hasil Pelapisan

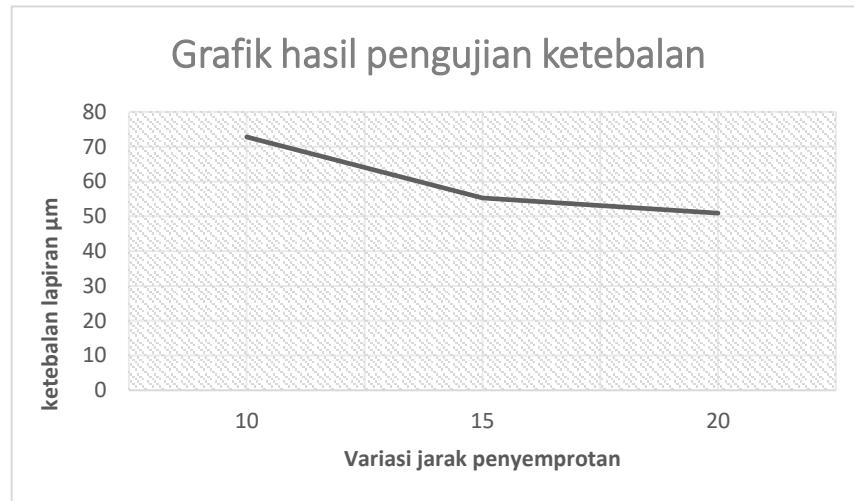
hasil *powder coating* yang diaplikasikan pada material SS400 dengan variasi jarak penyemprotan 10 cm ,15 cm , dan 20 cm pada ujung *nozzle* sampai dengan permukaan material untuk kemudian membandingkannya dengan sebelum proses *powder coating*. Pengujian ketebalan hasil *powder coating* dilakukan dengan alat *Coating Thickness Gauge* untuk mengetahui hasil pemyemprotan *powder coating*, hasil pengujian pada jarak 10cm adalah 72,8 μm ,pada jarak 15cm hasil pemyemprotan *powder coating* 55,3 μm , dan pada jarak 20 cm pemyemprotan *powder coating* 50,9 μm . Hal ini disebabkan karena semakin jauh jarak penyemprotan antara material dengan *nozzel* serbuk yang disemprotkan akan lebih sedikit yang menempel pada material yang menyebabkan lapisan hasil *powder coating* akan semakin menipis. Hasil pengujian ketebalan material dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



a) Jarak 10 cm

b) Jarak 15 cm

c) Jarak 20 cmm

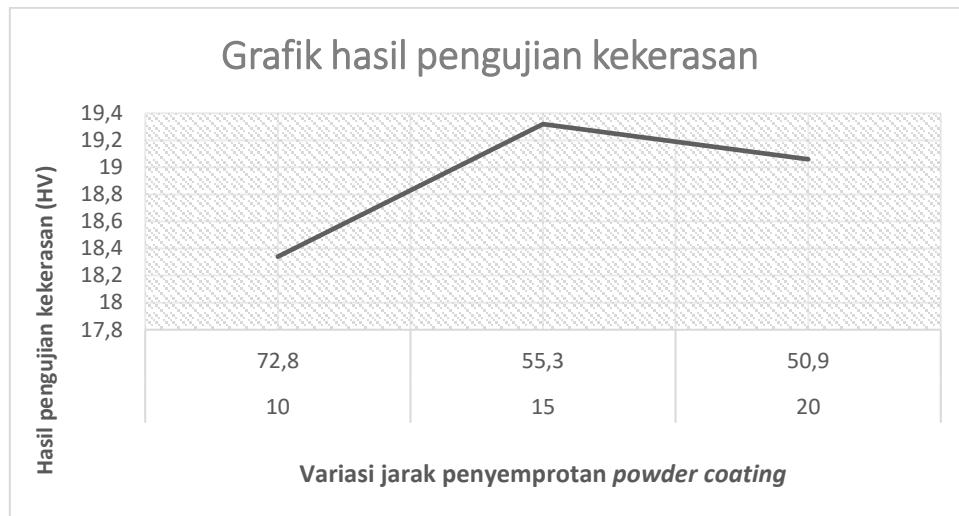


Gambar 2. Grafik hasil pengujian ketebalan

2. Hasil Pengujian Kekerasan Material Hasil Pelapisan

Tabel 1. Tabel hasil pengujian kekerasan

Jarak penyemprotan (Cm)	Beban indentor (N)	P1 (Hv)	P2 (Hv)	P3 (Hv)	P4 (Hv)	P5 (Hv)	Rata – rata hasil uji (Hv)
10	0,98	16,7	19,1	19,3	17,2	19,4	18,34
15	0,98	19,5	18,5	19,9	19,6	19,1	19,32
20	0,98	18,3	19,4	18,6	19,9	19,1	19,06



Gambar 3. Grafik hasil pengujian kekerasan

pengujian kekerasan dilakukan dengan metode *hardness vickers* dengan beban indentor 1,98 N pada material tanpa lapisan *powder coating* dan 0,98 N pada material dengan lapisan *powder coating*. Perbedaan beban indentor ini dikarenakan adanya lapisan *powder coating* yang lebih lunak jadi beban indentor harus diturunkan agar hasil uji kekerasan bisa terbaca. Hasil pengujian kekerasan pada material SS400 sebelum dan sesudah di lapisi dengan *powder coating* menunjukkan penurunan nilai kekerasan dengan nilai kekerasan tertinggi pada material sebelum dilapisi *powder coating* yaitu dengan nilai kekerasan 152,12 HV, nilai kekerasan pada material dengan lapisan *powder coating* 10 cm memiliki nilai kekerasan material 18,34 HV, nilai kekerasan pada material dengan lapisan *powder coating* 15 cm memiliki nilai kekerasan material 19,32 HV, nilai kekerasan pada material dengan lapisan *powder coating* 20 cm memiliki nilai kekerasan material 19,06 HV. Penurunan nilai kekerasan ini dikarenakan meningkatnya lapisan *powder coating* dimana lapisan *powder coating* ini lebih lunak dari pada material tanpa adanya pelapisan.

3. Hasil Pengujian Laju Korosi Pada Material Hasil Pelapisan

Pengujian ini dilakukan dengan cara merendam material hasil *powder coating* pada larutan asam cuka selama 140 jam untuk mengetahui seberapa besar korosi pada material yang terendam dalam larutan cuka dengan membandingkan berat material sebelum perendaman dengan sesudah perendaman untuk mengetahui penerunan

maasa pada material SS400 yang sudah dilapisi oleh *powder coating*. Gambar material sebelum dan sesudah perendaman dapat dilihat pada gambar 1-5 dibawah ini.

a) Gambar material sebelum perendaman



Gambar 1) Gambar material sebelum perendaman

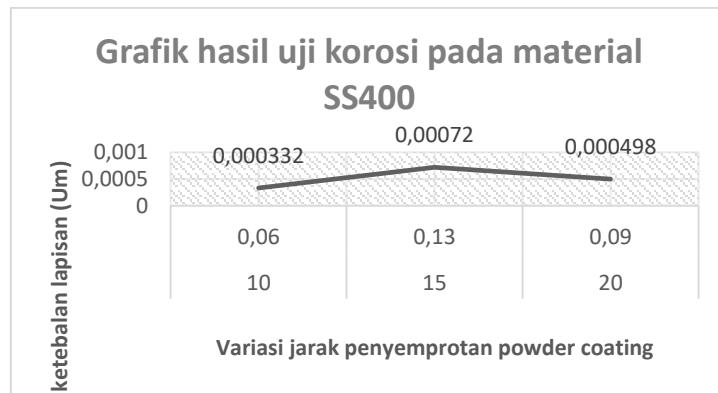
b) Gambar material sesudah perendaman



2) Jarak 0 3) Jarak 10 cm 4) Jarak 15 cm 5) Jarak 20 cm

Tabel 2. Tabel hasil perhitungan laju korosi

Jarak penyemprotan (Cm)	Dimensi material (Cm ²)	Berat material sebelum perendaman (gr)	Berat material sesudah perendaman (gr)	Selisih berat hasil perendaman (gr)	Hasil perhitungan laju korosi (mm/y)
10	1,4351	159,00	158,94	0,06	0,000332
15	1,4345	157,96	157,83	0,13	0,000720
20	1,4342	157,87	157,78	0,09	0,000498



Gambar 3. Grafik hasil perhitungan laju korosi

Hasil pengujian laju korosi pada material SS400 sebelum dan sesudah dilapisi dengan *powder coating* menunjukkan penurunan nilai laju korosi dengan nilai laju korosi yang paling rendah terdapat pada material dengan jarak penyemprotan 10 cm dengan nilai laju korosi 0,000332 mm/y, selanjutnya pada jarak penyemprotan 20 cm dengan nilai laju korosi 0,000498 mm/y, selanjutnya pada jarak penyemprotan 15 cm dengan nilai laju korosi 0,000720 mm/y, dan nilai laju korosi tertinggi terdapat pada material tanpa lapisan *powder coating* yaitu dengan nilai 0,0233 mm/y. Penurunan nilai laju korosi ini dikarenakan lapisan *powder coating* yang semakin tebal akan mengurangi nilai laju korosi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian ketebalan hasil *powder coating* nilai ketebalan menurun seiring semakin menjauhnya jarak antara *nozzle* dengan material. Berdasarkan hasil pengujian kekerasan pada material sebelum dan sesudah dilapisi dengan *powder coating* nilai kekerasan material semakin menurun seiring dengan bertambahnya nilai ketebalan lapisan *powder coating*. Hal ini dikarenakan lapisan *powder coating* yang lebih lunak dari pada tanpa adanya lapisan *powder coating* dengan nilai kekerasan tertinggi pada material sebelum dilapisi *powder coating*. Berdasarkan hasil pengujian laju korosi pada material hasil *powder coating* menunjukkan menurunnya nilai laju korosi seiring dengan dengan meningkatnya tebal lapisan *powder coating*. Lapisan *powder coating* terbukti mampu mengurangi laju korosi pada material SS400.

DAFTAR REFERENSI

- Ahmad, Z. (2015). *Principles of Corrosion Engineering and Corrosion Control*.
- Du, Z., Wen, S., Wang, J., Yin, C., Yu, D., & Luo, J. (2016). The Review of PowderCoatings. *Journal of Materials Science and Chemical Engineering*, 04(03), 54–59. <https://doi.org/10.4236/msce.2016.43007>
- Gusti, S. (2016). *KOROSI DAN PERLINDUNGAN MATERIAL*.
- Harahap, J. (2018). Efek Uraian Komposisi Cat Dan Jarak Penyemprotan Cat Pada Material H-Beam. *Jurnal Ilmiah TEKNOBIZ*, 8(1), 11–16. <http://journal.univpancasila.ac.id/index.php/teknobiz/article/view/902/582>
- Hutama, T. S., Darsin, M., & Mulyadi, S. (2019). Optimasi Variasi Diameter Nozzle, Tekanan Udara, dan Suhu Pengeringan pada Pelapisan Baja ST37 Menggunakan Metode Response Surface. *Jurnal SIMETRIS*, 10(2)(2), 687–694.
- Muhammad Arifullah. (2015). Laju Korosi Baja Karbon Hasil *Powder coating* Dan Pengecatan Cair. *Transmisi*, 9(2), 27–34.
- Rakhadilov, B., Magazov, N., Kakimzhanov, D., Apsezhanova, A., Molbossynov, Y., & Kengesbekov, A. (2024). Influence of Spraying Process Parameters on the Characteristics of Steel Coatings Produced by Arc Spraying Method. *Coatings*, 14(9), 1145. <https://doi.org/10.3390/coatings14091145>
- El Alan Bramestyo, Tri Cahyo Wahyudi, Asroni, Muh Thohirin. (2025). Analisis Pengaruh Suhu terhadap Kuat Lekat *Powder coating* Baja ASTM A36 pada Alat Incinerator. *Jurnal Program Studi Teknik Mesin UM Metro, TURBO* Vol. 14 No. 01.
- Sudarto, Bayu Firmanto, Aulia Rahman Oktaviansyah, Ahmad Amin Mansur. (2024). Meningkatkan Ketahanan Korosi dan Daya Rekat Menggunakan *Powder coating* dan Cat Liquid pada Proses Coating Lapisan Logam. *Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri*, Vol. 7 No. 2 April 2024, hal 124 – 136.
- Dzaky Al Dzikri, Ratna Dewi Anjani. (2022). Pengaruh Variasi Temperature Pengeringan *Powder coating* Terhadap Daya Rekat Lapisan Cat Pada Mild Steel ST37. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan* 8(21), 53-63.
- Muhammad Arifullah, Ike Widystuti, Mardjuki. (2015). Laju Korosi Baja Karbon Hasil *Powder coating* Dan Pengecatan Cair. *TRANSMISI*, Vol-XI Edisi-2/ Hal. 27-34.