

Pengaruh Jumlah Lapisan Powder Coating Jotun Pada Material Ss400 Terhadap Ketebalan, Kekerasan, Dan Laju Korosi

Sefian Dwi¹*, Deni Andriyansyah², dan Margono³

¹ Sekolah Tinggi Teknologi "Warga" Surakarta; email : sefiandwi33@gmail.com

² Sekolah Tinggi Teknologi "Warga" Surakarta; email : deni.andriyansyah@sttw.ac.id

³ Sekolah Tinggi Teknologi "Warga" Surakarta; email : argha849@gmail.com

* Sefian Dwi

Abstract: This study aims to examine the effect of the number of Jotun powder coating layers on SS400 material on the thickness, hardness, and corrosion rate. Powder coating is an effective coating method to increase the corrosion resistance and hardness of metal materials. In this study, the variation of the number of powder coating layers used was 1, 2, and 3 layers. Thickness measurements were carried out using a micrometer, while hardness was measured using the Vickers test. The corrosion rate was tested using the NaCl Immersion test method. The results showed that increasing the number of powder coating layers significantly affected the thickness and hardness of SS400 material. The addition of coating layers not only increased the thickness but also strengthened the mechanical properties of the material, which was reflected in the increase in hardness value. In addition, this study also found that the more powder coating layers applied, the lower the measured corrosion rate, thus providing better protection for the material. These findings provide important insights in the selection of coating methods to improve material performance in industrial applications.

Keywords: Powder coating, Jotun, SS400, thickness, hardness, corrosion rate.

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh jumlah lapisan *powder coating* Jotun pada material SS400 terhadap ketebalan, kekerasan, dan laju korosi. *Powder coating* merupakan metode pelapisan yang efektif untuk meningkatkan ketahanan korosi dan kekerasan material logam. Dalam penelitian ini, variasi jumlah lapisan *powder coating* yang digunakan adalah 1, 2, dan 3 lapisan. Pengukuran ketebalan dilakukan menggunakan mikrometer, sedangkan kekerasan diukur melalui uji Vickers. Laju korosi diuji dengan metode pengujian Perendaman NaCl. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan jumlah lapisan *powder coating* berpengaruh signifikan terhadap ketebalan dan kekerasan material SS400. Penambahan lapisan *coating* tidak hanya meningkatkan ketebalan, tetapi juga memperkuat sifat mekanik material, yang tercermin dari peningkatan nilai kekerasan. Selain itu, penelitian ini juga menemukan bahwa semakin banyak lapisan *powder coating* yang diterapkan, semakin rendah laju korosi yang terukur, sehingga memberikan perlindungan yang lebih baik terhadap material. Temuan ini memberikan wawasan penting dalam pemilihan metode pelapisan untuk meningkatkan performa material dalam aplikasi industri.

Kata kunci: *Powder coating*, Jotun, SS400, ketebalan, kekerasan, laju korosi.

Diterima: Oktober 20, 2025
Direvisi: Oktober 28, 2025
Diterima: Oktober 29, 2025
Diterbitkan: November 20, 2025
Versi sekarang: November 20, 2025



Hak cipta: © 2025 oleh penulis.
Diserahkan untuk kemungkinan
publikasi akses terbuka berdasarkan
syarat dan ketentuan lisensi Creative
Commons Attribution (CC BY SA) (
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

1. Pendahuluan

Material baja SS400 merupakan salah satu jenis baja karbon rendah yang banyak digunakan dalam industri konstruksi dan manufaktur karena sifatnya yang mudah dibentuk dan harganya yang relatif terjangkau. Namun, baja jenis ini rentan terhadap korosi, terutama ketika terpapar lingkungan yang lembap atau mengandung zat korosif seperti garam (Hariyadi & Jufri, 2017). Korosi dapat menyebabkan penurunan kekuatan material, kerusakan struktural, dan biaya perawatan yang tinggi. Oleh karena itu, diperlukan metode proteksi yang efektif untuk memperpanjang umur pakai material tersebut (Aji et al., 2024).

Salah satu metode proteksi yang banyak digunakan adalah *powder coating*. *Powder coating* merupakan proses pelapisan permukaan material dengan menggunakan serbuk cat yang diaplikasikan secara elektrostatis dan kemudian dipanaskan untuk membentuk lapisan yang keras dan tahan lama. Metode ini memiliki beberapa keunggulan, seperti ketahanan terhadap korosi yang lebih baik, ketebalan lapisan yang dapat dikontrol, dan ramah lingkungan karena tidak menggunakan pelarut organik (Manney, 2025).

Penelitian sebelumnya oleh (Budi Yunus Prameswara et al., 2020) menunjukkan bahwa variasi jumlah lapisan *coating* berpengaruh signifikan terhadap ketebalan dan laju korosi. Semakin banyak jumlah lapisan *coating*, semakin besar ketebalan lapisan yang dihasilkan, sehingga laju korosi semakin rendah. Hal ini sejalan dengan temuan (Yusuf et al., 2024) yang menyatakan bahwa ketebalan lapisan *coating* berbanding lurus dengan kemampuan material dalam menghambat korosi.

Selain ketebalan, kekerasan lapisan *coating* juga menjadi faktor penting dalam menentukan kinerja material. Penelitian sebelumnya (Rakiman et al., 2021) mengungkapkan bahwa penambahan lapisan menyebabkan ketebalan lapisan bertambah dan berimbas pada peningkatan kekerasan permukaan. Hal ini disebabkan oleh semakin banyaknya material yang terikat pada permukaan logam, sehingga membentuk lapisan yang lebih padat dan kuat.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh jumlah lapisan *powder coating* Jotun pada material SS400 terhadap ketebalan, kekerasan, dan laju korosi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi optimal mengenai jumlah lapisan *coating* yang efektif dalam meningkatkan ketahanan material terhadap korosi dan beban mekanis.

2. Metode

Spesimen yang saya gunakan dalam penelitian ini adalah besi SS400 dengan dimensi panjang 100 mm, lebar 100 mm, dan ketebalan 0,3 mm. Dalam proses pelapisan, saya memilih *powder coating* merk Jotun, yang dikenal akan kualitas dan ketahanannya. Langkah pertama dalam proses ini adalah membersihkan permukaan spesimen secara menyeluruh untuk menghilangkan segala kotoran, minyak, debu, dan kerak yang mungkin menempel, sehingga memastikan bahwa lapisan *coating* dapat melekat dengan baik.

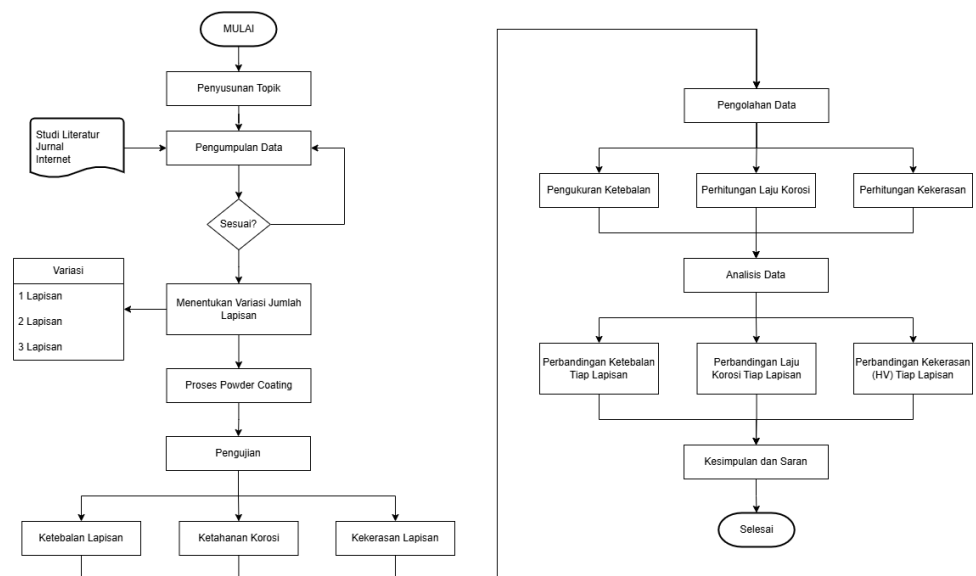
Setelah permukaan bersih, saya melanjutkan dengan penghilangan karat pada spesimen melalui proses pengamplasan. Proses ini sangat penting untuk mencegah terjadinya korosi di bawah lapisan cat yang akan diaplikasikan. Selanjutnya, saya melakukan penyemprotan *powder coating* pada permukaan spesimen dengan variasi jumlah lapisan, yaitu satu, dua, dan tiga lapis. Penyemprotan dilakukan dengan jarak sekitar 15 cm dari permukaan spesimen untuk memastikan distribusi yang merata dari lapisan *coating*.

Setelah proses penyemprotan selesai, spesimen yang telah dilapisi *powder coating* dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 210°C selama 20 menit. Proses pemanasan ini bertujuan untuk mengeras dan menyatukan lapisan *coating*, sehingga menciptakan permukaan yang kuat, tahan gores, dan tahan terhadap korosi. Setelah pemanasan selesai, lapisan akan didinginkan dan mengeras dengan baik.

Sebagai langkah tambahan, setelah proses pelapisan spesimen menggunakan *powder coating* selesai, saya melakukan perendaman spesimen ke dalam resin *epoxy* yang dicampur dengan katalis selama 24 jam. Proses ini bertujuan untuk memberikan perlindungan tambahan pada lapisan *coating*.

Berikutnya saya melakukan pengujian ketebalan menggunakan *inverted microscope*. Pengujian ini bertujuan untuk mengukur ketebalan lapisan *powder coating* pada spesimen dengan lebih jelas dan akurat.

Setelah pengujian ketebalan, saya melanjutkan dengan uji korosi. Untuk ini, saya menggunakan *cup* berkapasitas 25 ml dan merendam spesimen selama 240 jam dalam larutan NaCl 3,5%. Proses ini dilakukan untuk mengevaluasi ketahanan korosi dari lapisan 1, 2, dan 3. Terakhir, saya melakukan pengujian kekerasan menggunakan metode *Vickers* untuk menentukan variasi lapisan mana yang memiliki tingkat kekerasan tertinggi. Proses diatas sudah saya buat dalam diagram blok seperti pada gambar 1.

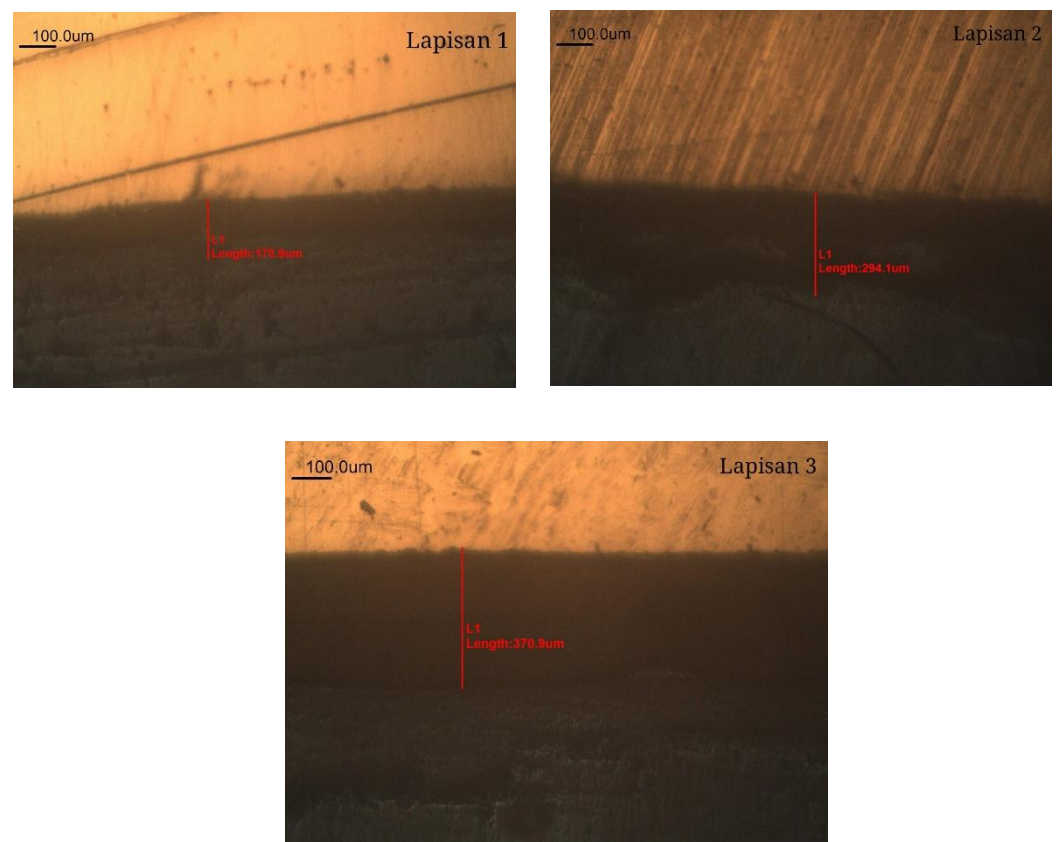


Gambar 1. Diagram blok

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 . Pengujian ketebalan

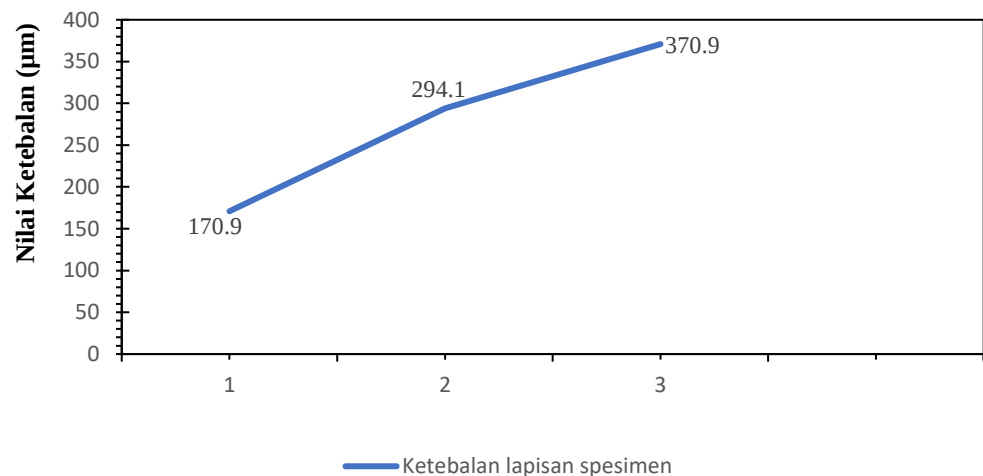
Pada Gambar 2. menunjukkan hasil pengujian ketebalan lapisan pada 3 variasi spesimen. Dari gambar tersebut, dapat dilihat bahwa nilai ketebalan lapisan pada variasi 1 adalah 170,9 μm . Kemudian, pada variasi 2 terjadi peningkatan ketebalan yang cukup signifikan menjadi 294,1 μm . Selanjutnya, pada variasi 3 nilai ketebalan lapisan meningkat lagi menjadi 370,9 μm . Secara keseluruhan, grafik menunjukkan adanya peningkatan nilai ketebalan lapisan dari variasi 1 ke variasi 2 dan variasi 3. Hal ini mengindikasikan bahwa proses perlakuan yang dilakukan pada masing-masing variasi sampel memberikan efek yang berbeda terhadap pembentukan dan ketebalan lapisan.



Gambar 2. Struktur mikro penampang melintang pada spesimen lapisan 1, 2 dan 3.

Gambar 2. menunjukkan adanya peningkatan nilai ketebalan lapisan dari variasi lapisan 1, lapisan 2 dan lapisan 3. Hal ini mengindikasikan bahwa proses perlakuan yang dilakukan pada masing-masing variasi sampel memberikan efek yang berbeda terhadap pembentukan dan ketebalan lapisan.

Hasil pengujian ketebalan kepada 3 variasi lapisan *powder coating* yang sudah dilakukan didapatkan hasil grafik seperti berikut :

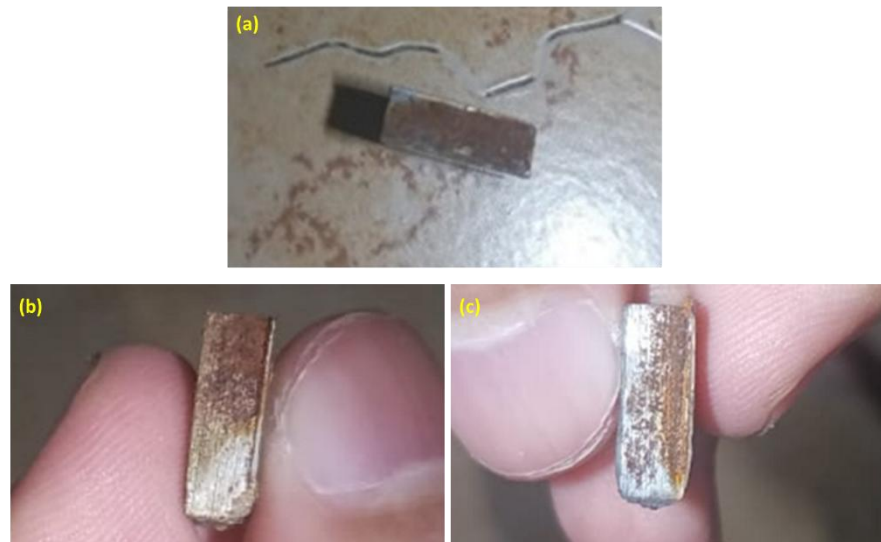


Gambar 3. Grafik hasil uji ketebalan spesimen setelah lapisan

Dapat dijelaskan mengapa lapisan 3 memiliki ketebalan yang lebih tinggi dibandingkan lapisan 1 dan 2. Pertama, semakin banyak lapisan *powder coating* yang diaplikasikan, maka akan semakin tebal dan kompak struktur lapisan tersebut. Dengan jumlah lapisan yang lebih banyak, akan terbentuk ikatan antar partikel *powder coating* yang lebih kuat, sehingga meningkatkan ketebalan lapisan. Selain itu, setelah proses penyemprotan *powder coating*, spesimen dimasukkan ke dalam oven pada suhu 210°C selama 20 menit. Proses pemanasan ini bertujuan untuk meningkatkan ikatan antar partikel *powder coating*, memperkuat struktur lapisan, dan mencegah cacat seperti *peeling* atau *cracking*, yang berkontribusi pada ketebalan lapisan efektif (Zhu, 2022).

3.2 . Pengujian korosi

Dalam pengujian korosi yang dilakukan selama 240 jam pada spesimen dengan variasi lapisan *powder coating*, terlihat bahwa semua spesimen mengalami kerusakan akibat korosi, meskipun tingkat kerusakannya berbeda-beda. Spesimen dengan satu lapisan menunjukkan kerusakan yang paling parah, dengan penurunan massa mencapai 0,06 gram. Sementara itu, spesimen dengan dua lapisan mengalami penurunan massa sebesar 0,04 gram, dan spesimen dengan tiga lapisan hanya kehilangan 0,01 gram. Semua spesimen menunjukkan tanda-tanda seperti pengikisan, perubahan warna, dan pembentukan deposit akibat korosi. Dari hasil ini, dapat disimpulkan bahwa menambah jumlah lapisan *powder coating* secara signifikan dapat mengurangi proses korosi dan meningkatkan daya tahan material.



Gambar 4. Hasil uji korosi pada: (a) lapisan 1, (b) lapisan 2, dan (c) lapisan 3

Dari pengujian korosi di atas di dapatkan tabel sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil uji korosi spesimen *powder coating* setelah 240 jam

Jumlah Lapisan	Massa Awal (gram)	Massa Akhir (gram)	Selisih Massa (gram)	Laju Korosi (mm/y)
1	3,65	3,59	0,06	0,0073
2	3,78	3,74	0,04	0,0048
3	4,16	4,15	0,01	0,0012

Hasil tabel uji korosi diatas didapatkan dari perhitungan rumus laju korosi seperti berikut (Saragih et al., 2022):

$$CR (mm/y) = \frac{K \times W}{\rho \times A \times T}$$

dimana,

W = *Weight loss* (gram) = berat spesimen awal– berat spesimen akhir

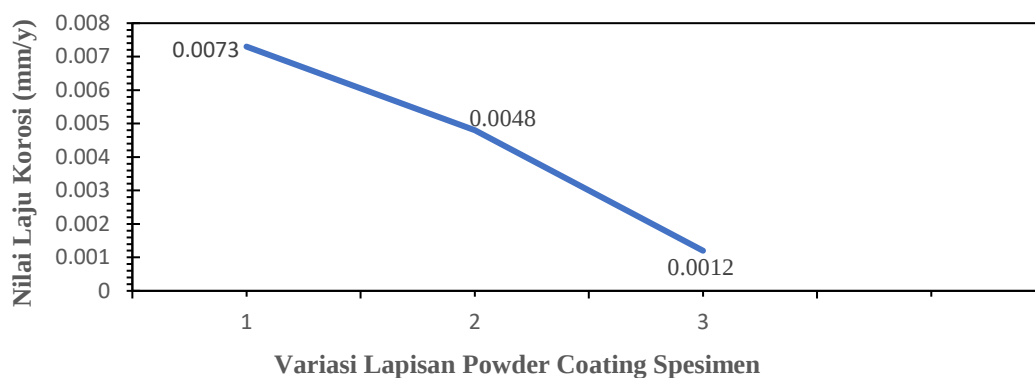
K = *Konstanta faktor* (8,76)

ρ = *Densitas spesimen* (g/cm³)

A = *Luas permukaan* (cm²)

T = *Waktu perendaman* (jam)

Dari perhitungan menggunakan rumus diatas didapatkan grafik hasil uji korosi seperti di bawah :

Gambar 5. Data laju korosi spesimen *powder coating*

Dari hasil perhitungan di atas di dapatkan grafik 5. seperti di atas, kita dapat melihat perbandingan laju korosi pada tiga variasi lapisan *powder coating* yang diterapkan pada spesimen. Pada variasi pertama, di mana hanya satu lapisan *powder coating* digunakan, laju korosi yang terukur mencapai 0,0073 mm/y, menunjukkan tingkat kerentanan yang tinggi terhadap korosi. Hal ini mungkin disebabkan oleh ketidakcukupan perlindungan dari lapisan *coating*, yang tidak mampu melindungi spesimen secara efektif dari elemen-elemen lingkungan yang dapat menyebabkan kerusakan. Selanjutnya, pada variasi kedua dengan dua lapisan *powder coating*, laju korosi menurun menjadi 0,0048 mm/y. Meskipun ada perbaikan yang signifikan dibandingkan dengan satu lapisan, angka ini masih menunjukkan bahwa spesimen masih rentan terhadap korosi, sehingga penambahan lapisan *coating* memberikan perlindungan yang lebih baik, tetapi belum cukup untuk mengatasi semua faktor eksternal yang berkontribusi terhadap kerusakan. Pada variasi ketiga, di mana tiga lapisan *powder coating* diterapkan, laju korosi yang terukur adalah 0,0012 mm/y, yang merupakan penurunan sangat signifikan dibandingkan dengan kedua variasi sebelumnya. Dengan tiga lapisan, spesimen menunjukkan ketahanan yang jauh lebih baik terhadap korosi, yang menunjukkan bahwa sistem pelapisan ini mampu memberikan perlindungan yang optimal. Hal ini mungkin disebabkan oleh peningkatan ketebalan dan integritas lapisan *coating*, yang dapat menghalangi penetrasi kelembapan dan bahan korosif lainnya (Prihatin et al., 2021), (Mulyanto & Satya Parama Arta, 2020).

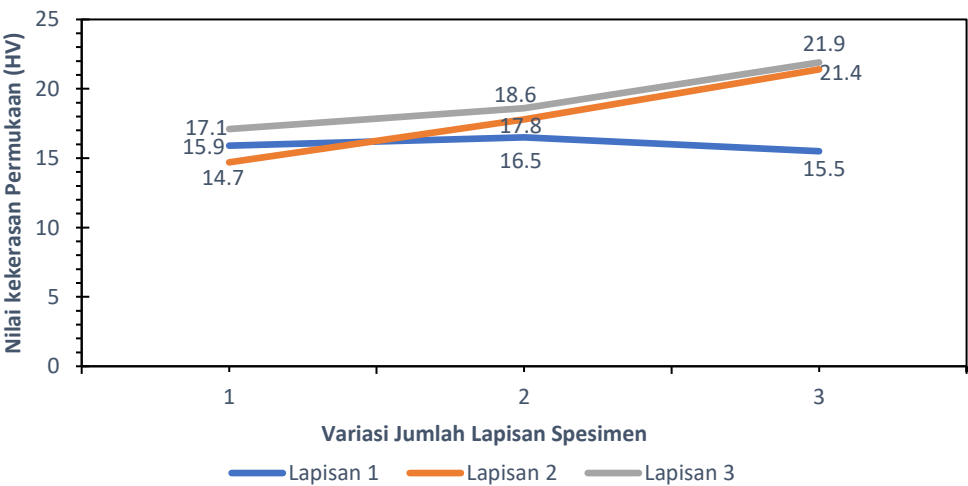
Dari analisis ini, dapat disimpulkan bahwa variasi lapisan *powder coating* yang paling efektif dalam melindungi spesimen dari korosi adalah tiga lapisan *powder coating* (Pratama et al., 2024). Dengan laju korosi terendah yang dicatat, tiga lapisan tidak hanya menunjukkan kinerja yang lebih baik dalam hal perlindungan tetapi juga memberikan indikasi bahwa penggunaan lebih banyak lapisan dapat mengurangi dampak negatif dari lingkungan yang korosif (Dhian Wijaya, 2015). Oleh karena itu, untuk aplikasi yang memerlukan ketahanan tinggi terhadap korosi, disarankan untuk menggunakan setidaknya tiga lapisan *powder coating* guna memastikan umur panjang dan keandalan spesimen (Yusuf et al., 2024).

3.3. Pengujian kekerasan

Hasil uji kekerasan telah disajikan dalam bentuk tabel di bawah ini :

Tabel 2. Hasil uji kekerasan spesimen <i>powder coating</i>	
Variasi Lapisan Spesimen	HV/ <i>Vickers Hrdness</i>
Lapisan 1	15,9
	16,5
	15,5
	14,7
Lapisan 2	17,8
	21,4
	17,1
	18,6
Lapisan 3	21,9
	18,6
	17,8
	15,9

Dari tabel di atas didapatkan grafik hasil kekerasan spesimen seperti dibawah ini :



Gambar 6. Grafik hasil uji kekerasan spesimen setelah dilapisi

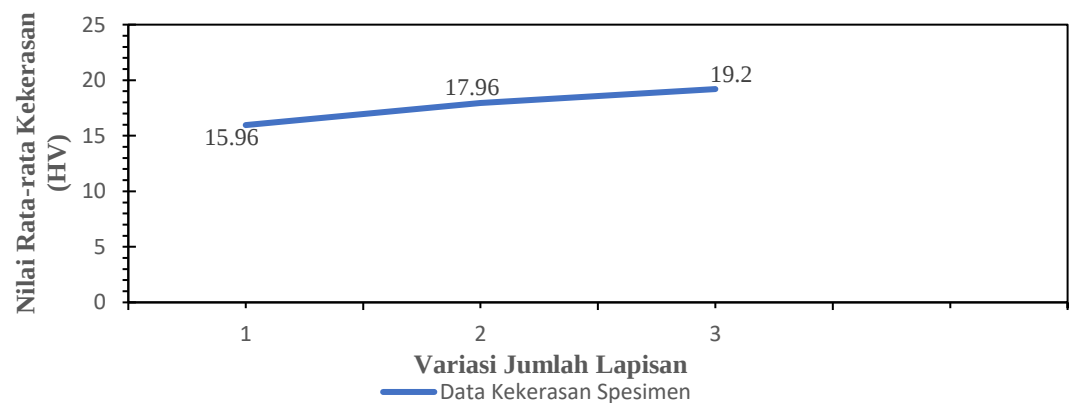
Pada Gambar 6. ini menampilkan hasil pengujian kekerasan pada 3 variasi jumlah lapisan spesimen. Dari grafik, dapat dilihat bahwa nilai kekerasan spesimen mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya jumlah lapisan.

Pada lapisan 1, nilai kekerasan spesimen tercatat sebesar 15,9 HV. Kemudian, pada lapisan 2 nilai kekerasan meningkat menjadi 21,4 HV. Selanjutnya, pada lapisan 3 nilai kekerasan

mencapai 21,9 HV, yang merupakan nilai tertinggi di antara ketiga variasi. Pola peningkatan nilai kekerasan ini menunjukkan bahwa lapisan 3 memiliki nilai kekerasan (Nilai HV) yang paling tinggi dibandingkan dengan lapisan 1 dan 2. Hal ini dapat dijelaskan karena semakin banyak lapisan *powder coating* yang diaplikasikan, maka akan semakin tebal dan kompak struktur lapisan tersebut. Dengan jumlah lapisan yang lebih banyak, akan terbentuk ikatan antar partikel *powder coating* yang lebih kuat, sehingga meningkatkan kekerasan lapisan (Panca Putra Hasugian, 2025).

Keterkaitan dengan Uji Korosi, lapisan 3 yang memiliki nilai kekerasan paling tinggi juga menunjukkan nilai proteksi laju korosi yang paling baik. Hal ini dapat dijelaskan bahwa lapisan *powder coating* yang lebih tebal dan kompak akan memberikan perlindungan yang lebih baik terhadap serangan korosi. Semakin keras dan padat struktur lapisan, maka semakin sulit bagi zat korosif untuk menembus dan menyerang permukaan logam di bawahnya (Hasil et al., 2024) (Seo, 2025). Selain itu, lapisan *powder coating* yang lebih keras dan kompak akan memiliki integritas yang lebih baik, sehingga mengurangi kemungkinan terjadinya kerusakan atau pengelupasan lapisan. Lapisan yang utuh dan tidak rusak akan memberikan perlindungan yang lebih efektif terhadap korosi (Pratama et al., 2024).

Gambar 7 menunjukkan rata-rata nilai kekerasan spesimen pada 3 variasi jumlah lapisan. Terlihat bahwa nilai rata-rata kekerasan meningkat secara konsisten dari lapisan 1 sebesar 15,96 HV, ke lapisan 2 sebesar 17,96 HV, dan mencapai nilai tertinggi 19,2 HV pada lapisan 3. Grafik ini memperkuat temuan sebelumnya bahwa penambahan jumlah lapisan berbanding lurus dengan peningkatan nilai kekerasan spesimen.



Gambar 7. Hasil uji rata-rata kekerasan permukaan spesimen

4. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa jumlah lapisan *powder coating* Jotun yang diterapkan pada material SS400 memiliki pengaruh signifikan terhadap ketebalan, kekerasan, dan laju korosi material. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan lapisan *coating* meningkatkan ketebalan dan kekerasan material, dengan nilai ketebalan tertinggi mencapai 370,9 mikrometer dan kekerasan maksimum 21,9 HV pada tiga lapisan. Selain itu, laju korosi menurun secara drastis seiring dengan bertambahnya jumlah lapisan, di mana spesimen dengan satu lapisan mengalami penurunan massa sebesar 0,06 gram, sedangkan spesimen

dengan tiga lapisan hanya kehilangan 0,01 gram setelah direndam dalam larutan NaCl selama 240 jam. Temuan ini menegaskan pentingnya penggunaan lebih banyak lapisan *powder coating* untuk meningkatkan ketahanan material terhadap korosi dan memperkuat sifat mekaniknya. Oleh karena itu, disarankan untuk menerapkan setidaknya tiga lapisan *powder coating* dalam aplikasi industri guna memastikan perlindungan yang optimal dan memperpanjang umur pakai material.

Referensi

- Aji, A. B., Wibawa, A., Santosa, B., & Mulyatno, P. (2024). Analisa Pengaruh Variasi Ketebalan Serta Jenis Coating Pada Pelat Baja SS400 Terhadap Laju Korosi dan Uji Adhesi. In *Jurnal Teknik Perkapalan* (Vol. 12, Issue 2). <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>
- Budi Yunus Prameswara, Y. Yulianto Kristiawan, & Moch.Chamim. (2020). *PENGERASAN PERMUKAAN BAJA KARBON SEDANG DENGAN METODE THERMAL SPRAY COATING*. <https://jurnal.sttw.ac.id/index.php/jte>
- Dhian Wijaya, puji. (2015). Analisa Laju Korosi pada Pelat Baja Karbon dengan Variasi Ketebalan Coating. *JURNAL TEKNIK ITS*, 4(1).
- Hariyadi, E., & Jufri, M. (2017). Comparison of Corrosion Rate on Paint Coated and Uncoated SS400 Steel. *JEMME*, 2(1).
- Hasil, J., Ilmiah, K., Aza, M., Anam, S., Manik, P., & Good, R. (2024). JURNAL TEKNIK PERKAPALAN Analisis Pengaruh Material Abrasif Pada Blasting Dengan Variasi Metode Coating Terhadap Prediksi Laju Korosi Dan Daya Rekat Adhesi. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 12(2), 1. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>
- Manney, D. (2025). *The Science Behind Powder Coating: Electrostatic Attraction What is Electrostatic Powder Coating?* <https://cwfinishing.net/science-behind-powder-coating/>
- Mulyanto, T., & Satya Parama Arta, dan. (2020). *The Influence of Pre-Treatment to Sticky Power and Layer Strength on Powder Coating Process*. 2(1).
- Panca Putra Hasugian. (2025). *ANALISIS KEKUATAN ADHESI DAN KEKERASAN PERMUKAAN ALUMINIUM ALLOY 6061 HASIL POWDER COATING DENGAN VARIASI WAKTU PROSES SANDBLASTING*.
- Pratama, R. A., Saputro, W., Nurmawati, A., Sunarti, A. R. Y., & Saputro, A. (2024). *ISSN online (2528-3723) Teknik Kimia, Fakultas Teknik dan Sains*. 9(2). <https://doi.org/10.21070/rem.v9i2.1702>
- Prihatin, J. Y., Pambudi, S., Kustanto, H., & Widodo, L. (2021). PENERAPAN PENGECATAN POWDER COATING FLUIDS PADA PERBAIKAN GEROBAK SAMPAH DI KELURAHAN SERENGAN SURAKARTA. *Abdi Masya*, 1(3), 149–156. <https://doi.org/10.52561/abma.v1i3.154>
- Rakiman, Hanif, Menhendry, Maimuzar, & Yuli Yetri. (2021). Analisa Kekerasan dan Ketebalan Permukaan Lapisan Hasil Elektroplating Kuningan Pada Baja. *Analisa Kekerasan Dan Ketebalan Permukaan Lapisan Hasil Elektroplating Kuningan Pada Baja*, 7.
- Saragih, A. D., Ninien H, S., Sutjipto, S., Masruri, D., & Amir, R. (2022). Experimental Study of effect of Powder Coating thickness and layers on Hardness and Corrosion properties of Carbon Steel Material. *International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering*, 08(09), 37–41. <https://doi.org/10.31695/ijasre.2022.8.9.5>
- Seo. (2025). *Pengaruh Powder Coating terhadap Ketahanan Material*. <https://jasapowdercoating.com/pengaruh-powder-coating-terhadap-ketahanan-material/>
- Yusuf, M., Rohmat, N., Rosidah, A. A., Saidatin, N., Mesin, T., Industri, T., Adhi, T., & Surabaya, T. (2024). *Pengaruh Jumlah Lapisan dan Rasio Coating Epoxy pada Pipa JIS G3141 terhadap Ketebalan, Kekasaran Coating, dan Laju Korosi*.

Zhu, E. (2022). *Curing temperature, time and coating effect of powder coatings*. <https://www.linkedin.com/pulse/curing-temperature-time-coating-effect-powder-coatings-janey-ji-1f>