Analisis Pengaruh Jenis Cat dan Jumlah Pelapisan *Spray Coating* Baja Karbon Rendah ASTM A36 Terhadap Kekasaran dan Laju Korosi pada Media NaCl 5%

Danang Prayoga[1], Afira Ainur Rosidah[2*], dan Suheni[3]
Teknik Mesin, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1, 2, 3]
e-mail: afiraar@itats.ac.id[2]

ABSTRACT

Corrosion is typically defined as the change in the metal structure or the damage to the metal due to interaction with a corrosive environment such as acid solutions, seawater, and others. Steel is an example of a material that is very susceptible to corrosion. It can damage steel and reduce its service life. Several methods have been developed to inhibit the rate of corrosion, such as protection using coatings. This research aims to determine the influence of the type of paint and the number of coatings on surface roughness and the corrosion rate of ASTM A36 steel with a 5% NaCl immersion medium. The corrosion rate testing employed the weight loss method and surface roughness testing. The research results showed that the highest corrosion rate occurred in the specimen without coating by 10.888 mpy, while the lowest corrosion rate existed in the specimen with three layers of epoxy paint, with a corrosion rate of 2.475 mpy. In conclusion, the more layersthere are, the smoother the surface and the better it is at inhibiting the corrosion rate. In terms of roughness testing (roughness tester), the highest value occurred in the specimen with one layer of zinc chromate paint by 32.7 µin, while the lowest roughness happened in the specimen with three layers of epoxy paint by 8.1 µin. It indicates that the more layers are applied, the smoother the surface becomes.

Keywords: *ASTM A36 Steel, weight loss, coating, roughness, NaCl*

ABSTRAK

Korosi biasanya diartikan sebagai perubahan struktur logam atau sebagai kerusakan logam dampak adanya interaksi dengan lingkungan sekitar yang terkorosif seperi larutan asam, air laut, dan lain-lain. Baja adalah contoh material yang sangat rentan terkena korosi dimana korosi dapat merusak baja dan mengurangi usia penggunaan baja tersebut. Oleh karena itu berkembanglah beberapa metode untuk menghambat laju korosi salah satunya perlindungan menggunakan pelapisan (coating). Tujuan penelitian ini dilakukan agar mengetahui pengaruh jenis cat dan jumlah pelapisan terhadap kekasaran permukaan dan laju korosi pada baja ASTM A36 dengan media perendaman NaCl 5%. Pengujian laju korosi dilakukan dengan menggunakan metode weight loss dan penguujian kekasaran permukaan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa nominal angka laju korosi paling besar terjadi pada spesimen tanpa coating dengan nilai 10,888 mpy dan nominal angka laju korosi paling rendah berada pada spesimen pelapisan cat *epoxy* 3 lapis dengan nilai laju korosi sebesar 2,475 mpy. Dapat disimpulkkan bahwa semakin banyak lapisan maka semakin halus dan bagus dalam menghambat laju korosi. Lalu, untuk pengujian kekasaran (roughnes tester) hasil yang paling tinggi didapatkan oleh spesimen dengan cat *zinc chromate* 1 lapisan yang bernilai 32,7 µin, sedangkan untuk hasil kekasaran paling rendah didapatkan oleh spesimen dengan cat *epoxy* 3 lapisan yang bernilai 8,1 µin. Menunjukkan bahwa semakin banyak lapisan maka semakin halus juga hasilnya.

Kata kunci: Baja ASTM A36, weight loss, Coating, Kekasaran, NaCl

PENDAHULUAN

Baja adalah logam yang sangat umum dipakai untuk aktivitas perindustrian minyak dan gas. Baja besar kemungkinan dipakai menjadi komponen untuk konstruksi bangunan, instalasi, kanal transportasi, dan lain-lain. Kelompok baja yang acap kali diutamakan dalam dunia industri ialah baja karbon. Hal ini dapat saja terjadi dikarenakan baja mudah *dimachining* dan harganya murah meriah. Namun di dalam penggunaan baja karbon juga ada kelemahan, beberapa kelemahan penggunaan baja karbon adalah baja karbon tidak mampu tahan terhadap serbuan korosi [1]. Dampak negatif yang ditimbulkan oleh korosi cukup merepotkan bagi yang bergerak di bidang industri, maka dari itu perlunya dikembangkan beberapa cara untuk menanggulangi dan mencegah baja agar tidak mengalami kerusakan fatal yang mana itu dapat berdampak negatif sekaligus memeperpendek umur pakai baja itu, kerapuhan yang disebabkan oleh korosi karena faktor lingkungan yang ada didekatnya merupakan masalah yang hampir semua orang tahu, dimana korosi akan sedikit demi sedikit mengikis baja hingga rapuh dan hancur apabila dibiarkan dan tidak diberi pencegahan. Agar terhindar dari invasi macam-macam jenis korosi yang amat merugikan tersebut

dibutuhkan berbagai macam solusi pencegahan yang lumayan menguras dompet [2]. Ada sejumlah tindakan yang dilakukan untuk pencegahan korosi yang dimana telah dikembangkan, dan biasanya disesuaikan dengan kebutuhan bendanya, lokasinya, maupun lingkungan korosinya. Penghambatan korosi yang biasa diterapkan pada baja, yang populer dikenal dengan cara melapisi baja menggunakan suatu lapisan pencegah (*coating*). Tujuan adanya pelapisan dimaksudkan agar bidang datar pada baja jauh dari hal-hal yang berpotensi korosi, dan sekaligus agar memiliki tampilan yang cantik dan enak dilihat. Cukup banyak metode pelapisan yang dapat dipakai untuk maksud tersebut antara lain cat, lak (*laquer*), vernis dan lapisan baja. Selama ini yang lebih populer adalah pemakaian cat untuk pelapis dan pelindung korosi. Pemilihan produk cat yang tepat dan tahan terhadap pengaruh lingkungan korosif bukanlah hal yang gampang. Untuk itu diperlukan penelitian agar mengetahui kinerja dari berbagai macam cat, yang mencangkup ketahanan terhadap udara bebas, ketahanan terhadap lingkungan, serta ketahanan dalam mencegah korosi [2]. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisa pengaruh variasi jenis cat dan jumlah lapisan cat, melakukan uji kekasaran terhadap baja ASTM A36, serta menganalisis laju korosi baja ASTM A36 pada media NaCl 5%.

TINJAUAN PUSTAKA

Korosi

Perubahan bentuk struktur logam atau hancurnya logam akibat interaksi dengan lingkungan korosif, seperti larutan asam, keduanya merupakan contoh korosi. Korosi disebabkan oleh komponen yang berfungsi sebagai anoda dan katoda sehingga mengakibatkan perbedaan nilai potensial, peran elektrolit sebagai saluran pertukaran elektron, dan kontak logam ke logam. Korosi dapat dipahami sebagai perubahan bentuk struktur logam atau hancurnya logam akibat interaksi dengan lingkungan korosif, seperti larutan asam. Prosesnya didasarkan pada keberadaan zat terlarut seperti oksigen dan karbon dioksida, suhu, kelembaban udara, pH, dan gugus logam. Korosi disebabkan oleh komponen yang berfungsi sebagai anoda dan katoda sehingga mengakibatkan perbedaan nilai potensial, peran elektrolit sebagai saluran pertukaran elektron, dan kontak logam ke logam. Kehadiran zat terlarut seperti oksigen dan karbon dioksida, suhu, kelembaban udara, pH, dan gugus logam hanyalah beberapa faktor yang berperan dalam proses korosi [3].

Larutan Garam (NaCl)

Ion Cl, yang berasal dari garam natrium klorida dan membentuk sekitar 3,5 persen air laut, dapat bertambah atau berkurang seiring dengan sirkulasi air. Agar logam dan paduannya mengalami tingkat korosi yang relatif tinggi, konsentrasi natrium klorida 3,5 persen sudah cukup. Karena konduktivitasnya yang tinggi dan kemampuan ion Cl untuk menembus permukaan logam, air laut lebih korosif dibandingkan air tawar [4].

Coating

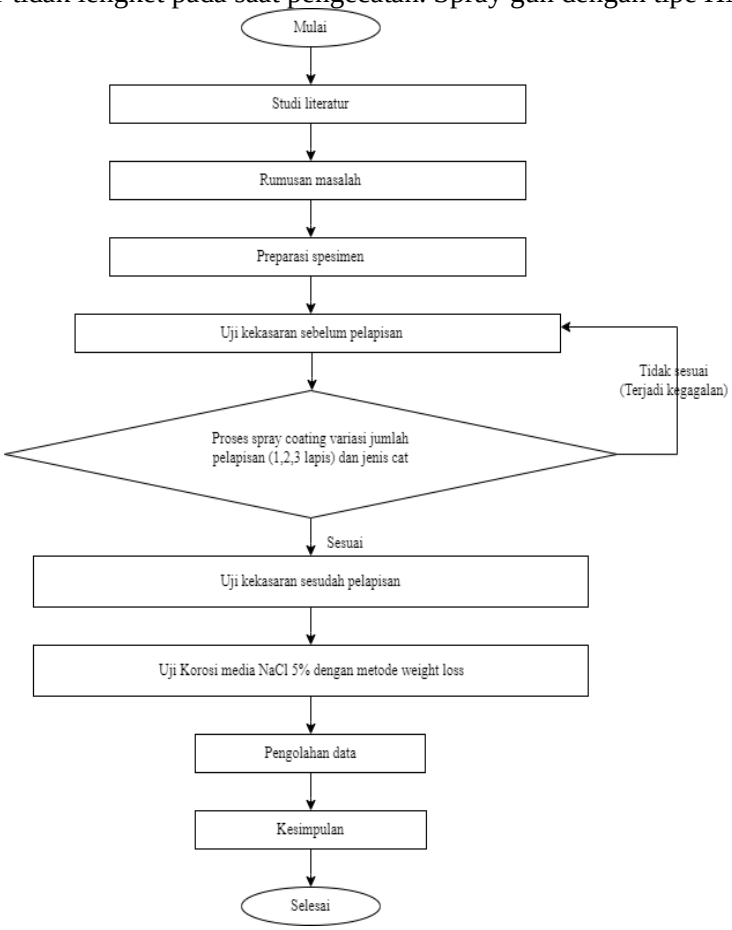
Pelapisan merupakan salah satu cara untuk mengendalikan korosi. Penerapan lapisan pada permukaan logam menghambat proses oksidasi pada permukaan logam pada metode ini. Memiliki ketebalan yang baik, tingkat daya rekat yang tinggi pada substrat, dan karakteristik lainnya merupakan ciri-ciri lapisan yang baik untuk mengendalikan korosi. Termasuk epoksi, vinil, karet terklorinasi, dan pelapis lain dengan resistivitas tinggi [5]. *Spray coating* adalah interaksi di mana cat cair diaplikasikan pada tekanan tinggi dan dipisahkan menjadi tetesan-tetesan kecil (atomisasi) pada lapisan luar suatu benda. Penutup shower berencana untuk memberikan jaminan dan meningkatkan nilai barang lapisan luar [6]. Cat terdiri dari lima komponen: 1) Pigmen, yang membentuk lapisan pasif yang berfungsi sebagai inhibitor atau penghalang logam; 2) Bahan pengikat, yang menentukan sifat lapisan cat; dan 3) Pelarut**,** yang berfungsi sebagai pelarut pengikat dan mengencerkan cairan agar lebih mudah untuk dilapisi. 4) Bahan aditif mempunyai fungsi untuk memperbaiki karakter cat, antara lain dengan mencegah pemisahan warna, mengencerkan cat agar lebih mudah dalam pengaplikasiannya, mempercepat tahap pengeringan cat, dan mencegah cat berkerut pada saat diaplikasikan. 5) Extender mempunyai fungsi yang sama dengan bahan aditif; extender berbentuk padat dan digunakan untuk membantu kerja pigmen, seperti barit, tale, dan lain sebagainya.

Baja ASTM A36

Sebuah lembaga di Amerika Serikat yang dikenal *dengan American Standard for Testing and Materials* (ASTM) menguji sampel material, dan hasilnya diterima secara luas sebagai hasil analisis standar. Baja yang memiliki kandungan karbon pada struktur baja kurang dari 0,3 persen C dikenal dengan baja ASTM A36. Baja karbon ASTM A36 memiliki daya tahan dan kelenturan yang tinggi namun memiliki kekerasan dan hambatan keausan yang rendah, jenis ini sangat mudah berkarat jika dikotori dengan air. oksigen dan partikel [7].

METODE

Pada Baja ASTM A36 merupakan spesimen yang digunakan dalam penelitian ini. Dimensi spesimen berukuran 70x25x5 mm . Spesimen yang digunakan sebanyak 30 spesimen sebagai rata-rata untuk uji laju korosi. lalu untuk dimensi dari spesimen adalah Setelah itu benda uji yang telah dipotong diamplas menggunakan amplas dengan grit 60 agar spesimen mempunyai kekasaran yang pas dimana kekasaran yang tepat dapat membuat cat melekat dengan kuat. Membuat lubang berukuran 2 mm agar tali dapat dimasukkan pada saat benda uji dicelupkan. Spesimen yang sudah jadi kemudian dibersihkan dari kotoran yang menempel agar tidak lengket pada saat pengecatan. Spray gun dengan tipe HNL F75 Tabung Atas.



Gambar 1. Diagram alir penelitian pencegahan dari korosi

Proses selanjutnya adalah sebagai berikut : mengatur tekanan output pada kompresor menjadi 26 psi, memasukkan cat ke dalam tangki, mengatur knob untuk mengatur jumlah cairan yang keluar dari nozzle dengan cara memutar searah jarum jam untuk mengecilkan dan memutar berlawanan arah jarum jam untuk memperbanyak, menyetel tekanan angin yang masuk ke dalam spray gun, menyetel knob untuk mengatur luas semburan cat, pelapisan dengan variasi jumlah lapisan 1,2,3 dan jenis cat yang berbeda *zinc chromate*, *epoxy*, dan alkyd, menggunakan jarak penyemprotan 10 cm. Larutan korosif yang digunkan pada penelitian ini adalh NaCl 5%. Larutan korosif ini dibuat dengan cara mencampur NaCl dengan aquades. Larutan NaCl dengan kadar 5% dihasilkan dari pencampuran aquades 1 liter dengan NaCl 50 gram [8]. Laju korosi merupakan standar yang menentukan komposisi penetrasi korosi suatu komponen dan juga merupakan

parameter yang sering digunakan dalam pengujian korosi. Standar ini menentukan berapa banyak bahan yang teroksidasi per satuan waktu. Metode elektrolisis dan metode *weigh loss* dapat digunakan untuk menghitung laju korosi. [5]

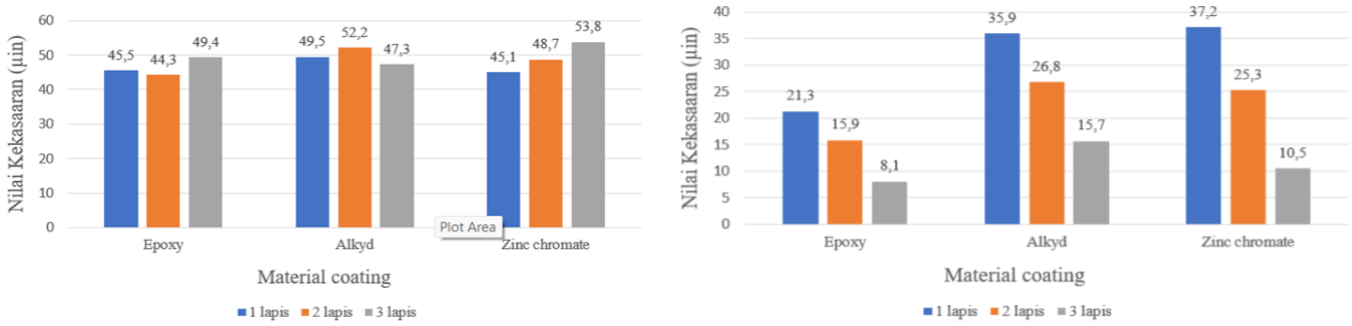
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji kekasaran

Pengujian kekasaran permukaan dengan menggunakan alat roughness tester SJ-301 dengan langkah-langkah sebagai berikut: 1.) mengatur alat hingga berada pada titik yang diinginkan, 2.) menjalankan alat dengan memencet tombol start, 3.) hasil kekasaran permukaan diperoleh dari sinyal pergerakan stylus berbentuk diamond yang bergerak sepanjang garis lurus pada permukaan sebagai alat indikator pengukur kekasaran permukaan benda uji. Berdasarkan tabel 1 dapat diketahui untuk spesimen 1,2,3 lapisan dengan cat alkyd diperoleh nilai kekasaran sebelum pelapisan sebesar: 49,5µin; 52,2µin; 47,3µin;. Untuk spesimen 1,2,3 lapisan dengan cat alkyd diperoleh nilai kekasaran sesudah pelapisan sebesar: 35,9µin; 26,8µin; 25,7µin. Spesimen 1,2,3 lapisan dengan cat *epoxy* diperoleh nilai kekasaran sebelum pelapisan sebesar: 45,5µin; 44,3µin; 49,4µin. Untuk spesimen 1,2,3 lapisan dengan cat *epoxy* diperoleh nilai kekasaran sesudah pelapisan sebesar: 21,3µin; 15,9µin; 8,1µin. Spesimen 1,2,3 lapisan dengan cat *zinc chromate* diperoleh nilai kekasaran sebelum pelapisan sebesar: 45,1µin; 48,7µin; 53,8µin;. Untuk spesimen 1,2,3 lapisan dengan cat zinc chrommat diperoleh nilai kekasaran sesudah pelapisan sebesar: 37,2µin; 25,3µin; 10,5µin. Jika dilihat dari Gambar 2, variasi jenis cat dan jumlah pelapisan yang berbeda mempengaruhi nilai kekasaran. Semakin banyak jumlah lapisan coating maka kekasaran akan semakin kecil. Hal ini memiliki hasil yang serupa dengan penelitian sebelumnya.[9]. Nilai kekasaran terkecil dapat dilihat pada cat *epoxy* dengan 3 jumlah lapisan yang bernilai 8,1 µin. sedangkan untuk nilai kekasaran tertinggi dapat dilihat pada cat *zinc chromate* dengan 1 jumlah lapisan yang bernilai 37,2 µin. Cat *epoxy* mendapatkan nilai kekasaran terkecil dikarenakan resin *epoxy* mempunyai beberapa sifat yang tidak bisa meleleh, tidak bisa didaur ulang, atom-atomnya berikatan kuat sekali dan memiliki daya rekat yang baik terhadap berbagai bahan [10]

Tabel 1. Hasil uji kekasaran

No	Variasi cat	Variasi jumlah pelapisan	Kekasaran/Ra Sebelum pelapisan (µin)	Kekasaran/Ra Sesudah pelapisan (µin)
1	Alkyd	1	49,5	35,9
		2	52,2	26,8
		3	47,3	15,7
2	*Epoxy*	1	45,5	21,3
		2	44,3	15,9
		3	49,4	8,1
3	*Zinc chromate*	1	45,1	37,2
		2	48,7	25,3
		3	53,8	10,5



(a) (b)

Gambar 2. Grafik uji kekasaran a) sebelum dan b) sesudah pelapisan

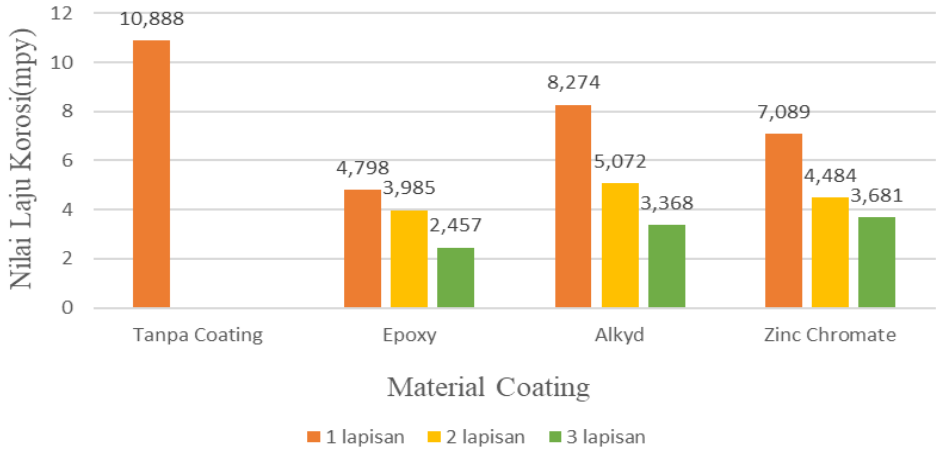
Laju korosi

Laju korosi di penelitian ini dihitung memakai metode kehilangan berat (*weight loss*), dimana spesimen berjumlah total 30 dan untuk perbandingannya menggunakan 3 spesimen. Lalu, spesimen direndam selama 14 hari dengan media perendaman NaCl 5%, luas permukaan spesimen sebesar 44,47 cm^2, dan densitas berdasarkan mill certificate sebesar 7,86 g/cm^3. Berdasarkan tabel 4.3 di atas diketahui untuk spesimen tanpa coating diperoleh nilai laju korosi sebesar : 11,456 mpy, 11,074 mpy, 10,134 mpy dengan rata-rata sebesar 10,888 mpy. Spesimen dengan cat *epoxy* 1 lapisan diperoleh nilai laju korosi sebesar : 5,052 mpy, 4,788 mpy, 4,553 mpy dengan rata-rata sebesar 4,798 mpy. Spesimen dengan cat *epoxy* 2 lapisan diperoleh nilai laju korosi sebesar : 4,171 mpy, 4,024 mpy, 3,760 mpy dengan rata-rata sebesar 3,985 mpy. Spesimen dengan cat *epoxy* 3 lapisan diperoleh nilai laju korosi sebesar : 2,849 mpy, 2,467 mpy, 2,056 mpy dengan rata-rata sebesar 2,457 mpy. Spesimen dengan cat alkyd 1 lapisan diperoleh nilai laju korosi sebesar : 8,607 mpy, 8,313 mpy, 7,902 mpy dengan rata-rata sebesar : 8,274 mpy. Spesimen dengan cat alkyd 2 lapisan diperoleh nilai laju korosi sebesar : 4,993 mpy, 5,346 mpy, 4,876 mpy dengan rata-rata sebesar : 5,072 mpy. Spesimen dengan cat alkyd 3 lapisan diperoleh nilai laju korosi sebesar : 3,407 mpy, 3,613 mpy, 3,084 mpy dengan rata-rata sebesar : 3,368 mpy. Spesimen dengan cat *zinc chromate* 1 lapisan diperoleh nilai laju korosi sebesar : 7,343 mpy, 7,079 mpy, 6,844 mpy dengan rata-rata sebesar : 7,089 mpy. Spesimen dengan cat *zinc chromate* 2 lapisan diperoleh nilai laju korosi sebesar : 4,788 mpy, 4,465 mpy, 4,200 mpy dengan rata-rata sebesar : 4,484 mpy. Spesimen dengan cat *zinc chromate* 3 lapisan diperoleh nilai laju korosi sebesar : 4,083 mpy, 3,671 mpy, 3,290 mpy dengan rata-rata sebesar : 3,681 mpy. Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat bahwa jumlah lapisan dan jenis material coating berpengaruh pada laju korosi. Semakin banyak jumlah lapisan, laju korosi semakin kecil. Ini disebabkan oleh pelapisan yang semakin banyak mampu menghalangi kontak baja dengan lingkungan sehingga menghambat laju korosi, sehingga semakin banyak jumlah lapisan semakin tebal lapisan yang artinya penghalang material dengan lingkungannya juga semakin baik. [8]. Cat *epoxy* dapat dengan baik menghambat laju korosi karena *epoxy* adalah jenis polimer yang bisa digunakan untuk pelapisan dalam bentuk liquid maupun powder. *Epoxy* memiliki kepadatan dan daya adhesi yang tinggi sehingga mempengaruhi ketahanan korosi pada baja yang dilapisinya. Serta, memiliki ketahanan terhadap panas dan kelembapan, tahan terhadap bahan-bahan kimia, dan daya perekat yang baik [10].

Tabel 2. Hasil laju korosi

No	Variasi jenis cat	Variasi jumlah pelapisan	Berat awal (g)	Berat akhir (g)	Selisih berat (g)	Laju korosi (mpy)	Rata-rata laju korosi (mpy)
1	Tanpa coating	-	63,502	63,112	0,39	11,456	10,888
			64,353	63,976	0,377	11,074	
			64,636	64,291	0,345	10,134	
2	*Epoxy*	1	64,636	64,464	0,172	5,052	4,798
			62,935	62,772	0,163	4,788	

No	Variasi jenis cat	Variasi jumlah pelapisan	Berat awal (g)	Berat akhir (g)	Selisih berat (g)	Laju korosi (mpy)	Rata-rata laju korosi (mpy)
			66,337	66,182	0,155	4,553	
		2	64,636	64,494	0,142	4,171	3,985
			61,801	61,664	0,137	4,024	
			65,487	65,359	0,128	3,760	
		3	66,904	66,807	0,097	2,849	2,457
			64,353	64,269	0,084	2,467	
			65,487	65,417	0,07	2,056	
3	Alkyd	1	64,636	64,343	0,293	8,607	8,274
			63,502	63,219	0,283	8,313	
			66,054	65,785	0,269	7,902	
		2	64,636	64,466	0,17	4,993	5,072
			64,92	64,738	0,182	5,346	
			62,652	62,486	0,166	4,876	
		3	62,368	62,252	0,116	3,407	3,368
			63,219	63,096	0,123	3,613	
			65,203	65,098	0,105	3,084	
4	*Zinc chromate*	1	64,069	63,819	0,25	7,343	7,089
			64,636	64,395	0,241	7,079	
			59,817	59,584	0,233	6,844	
		2	63,786	63,623	0,163	4,788	4,484
			63,219	63,067	0,152	4,465	
			64,636	64,493	0,143	4,200	
		3	65,487	65,348	0,139	4,083	3,681
			64,636	64,511	0,125	3,671	
			65,487	65,375	0,112	3,290	



Gambar 3. Grafik laju korosi

KESIMPULAN

Jenis cat dan jumlah lapisan cat mempengaruhi kekasaran permukaan. Semakin banyak jumlah lapisan maka akan semakin halus permukaan spesimen. Berdasarkan hasil penelitian ini jenis cat dan jumlah lapisann yang paling bagus dan halus adalah *epoxy* 3 lapisan dengan nilai kekasaran sebesar 8,1µin. Semakin banyak jumlah lapisan maka akan semakin halus dan semakin baik dalam melindungi spesimen dari korosi. Berdasarkan hasil dari penelitian ini jenis cat dan jumlah lapisan yang paling baik untuk memperlambat laju korosi adalah *epoxy* dengan 3 lapisan dan nilai laju korosi sebesar 2,457 mpy.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Rahardi, "Pemanfaatan green inhibitor daun pandan wangi terhadap laju korosi pada baja api 5L grade B di lingkungan NaCl 3,5% dan H2SO41M," Undergraduate, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2014. Accessed: Apr. 20, 2024. [Online]. Available: https://repository.its.ac.id/63800/

[2] A. P. Bayuseno, "ANALISA LAJU KOROSI PADA BAJA UNTUK MATERIAL KAPAL DENGAN DAN TANPA PERLINDUNGAN CAT," *ROTASI*, vol. 11, no. 3, pp. 32–37, 2009, doi: 10.14710/rotasi.11.3.32-37.

[3] F. Gapsari, *Pengantar Korosi*. Universitas Brawijaya Press, 2017.

[4] P. R. Roberge, *Corrosion Engineering: Principles and Practice*. McGraw-Hill, 2008.

[5] S. Arinda and D. T. Wijayanto, "Analisis Laju Korosi Dan Morfologi Permukaan Pada Baja Karbon Dengan Variasi Ketebalan dan Material Pelapisan Terhadap Laju Korosi dan Analisa Morfologi pada Baja Karbon," 2022.

[6] R. H. Aruan and H. Pratikno, "Analisa Pengaruh Suhu Material pada Pengaplikasian Coating Epoxy terhadap Kekuatan Adhesi Baja A36," vol. 12, no. 1, 2023.

[7] J. Arifin, "PENGARUH JENIS ELEKTRODA TERHADAP SIFAT MEKANIK HASIL PENGELASAN SMAW BAJA ASTM A36," vol. 13, no. 1, 2017.

[8] Y. K. Afandi, I. S. Arief, and J. A. R. Hakim, "Analisa Laju Korosi pada Pelat Baja Karbon dengan Variasi Ketebalan Coating," vol. 4, no. 1, 2015.

[9] I. R. Setyawan and A. A. Rosidah, "Analisis pengaruh variasi jumlah pelapisan dan jarak pelapisan spray coating pada baja AISI 1020 terhadap kekasaran dan laju korosi dengan media air garam," *J. Tek. Mesin Indones.*, vol. 18, no. 2, pp. 10–14, Oct. 2023, doi: 10.36289/jtmi.v18i2.463.

[10] M. S. Ali, H. Praktikno, and W. L. Dhanistha, "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," *J. Tek. ITS*, vol. 8, no. 1, pp. G64–G70, Jun. 2019, doi: 10.12962/j23373539.v8i1.39068.