

Pengaruh Jumlah Lapisan dan Rasio *Coating Epoxy* pada Pipa JIS G3141 terhadap Ketebalan, Kekasaran *Coating*, dan Laju Korosi

Muhammad Yusuf Nur Rohmat¹, Afira Ainur Rosidah², Naili Saidatin³

Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya^{1,2,3}
e-mail: afiraar@itats.ac.id

ABSTRACT

Corrosion is caused by several factors such as temperature, water content, electrolytes, and uneven metal surfaces. Therefore, metals are protected to prevent corrosion, one of which is by coating its surface. This study aims to analyze the effect of variations in the number of epoxy coating layers and the epoxy: hardener ratio that can decrease the corrosion rate optimally. The variations used are the number of coating layers with 2, 4, and 6 layers, and variations in the epoxy: hardener ratio of 1: 1; 1: 0.75; and 1: 0.5. While the effect of the variations is analyzed on the thickness of the coating layer, roughness and corrosion rate. Based on the research that has been carried out, the more the number of coating layers and the epoxy:hardener ratio, the greater the thickness. The highest thickness is 177 μm in the variation 6 layers and epoxy: hardener 1: 1. The same value trend can also be seen in the roughness results. The highest roughness value is 1.704 μm in the variation of 6 layers and epoxy: hardener 1: 1. The corrosion rate value decreased along with the increase in coating layer thickness, the lowest corrosion rate value was obtained at the variation of the number of 6 layers and epoxy:hardener 1:1 with a value of 0.313 mpy.

Keywords: epoxy, thickness, roughness, corrosion rate

ABSTRAK

Korosi disebabkan oleh beberapa faktor seperti temperatur, kadar air, zat elektrolit, & permukaan logam yang tidak rata. Oleh karena itu, logam dilindungi untuk mencegah korosi, salah satunya dengan cara pelapisan (*coating*). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi jumlah lapisan *coating epoxy* dan rasio *epoxy:hardener* yang mampu memperlambat laju korosi secara optimal. Variasi yang digunakan adalah jumlah lapisan *coating* dengan 2, 4, dan 6 lapis, serta variasi rasio *epoxy:hardener* 1:1; 1:0,75; dan 1:0,5. Sedangkan pengaruh variasinya dianalisis terhadap ketebalan lapisan *coating*, kekasaran dan laju korosi. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, semakin banyak jumlah lapisan *coating* dan perbandingan *epoxy:hardener*, maka ketebalan semakin besar. Ketebalan terbesar 177 μm pada variasi jumlah lapisan 6 lapis dan *epoxy:hardener* 1:1. Tren nilai yang sama juga dapat dilihat pada hasil kekasaran. Nilai kekasaran tertinggi adalah 1,704 μm pada variasi jumlah lapisan 6 lapis dan *epoxy:hardener* 1:1. Nilai laju korosi mengalami penurunan seiring dengan penambahan ketebalan lapisan *coating*, nilai laju korosi terendah didapatkan pada variasi jumlah lapisan 6 lapis dan *epoxy:hardener* 1:1 dengan nilai 0,313 mpy.

Kata kunci: epoxy, ketebalan, kekasaran, laju korosi

PENDAHULUAN

Korosi banyak ditemukan pada peralatan rumah tangga, terutama peralatan rumah tangga yang penempatannya dekat dengan air atau sering terkena percikan air. Salah satu contohnya adalah rak piring. Salah satu logam yang banyak digunakan sebagai bahan dasar pembuatan rak ini adalah pipa JIS G3141. Baja JIS G3141 adalah baja karbon rendah yang memiliki bentuk dasar lembaran dan banyak digunakan sebagai komponen pembentuk bodi [1]. Kadar karbon yang rendah, menyebabkan baja jenis ini rawan terhadap serangan korosi.

Banyak cara yang dapat diaplikasikan untuk memperlambat laju korosi, salah satu metode yang cukup mudah adalah *coating* atau pelapisan. Prinsip dari pelapisan ini adalah melindungi permukaan benda agar mencegah terjadinya kontak langsung dengan lingkungan [2].

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pelapisan pada baja karbon rendah berhasil menurunkan laju korosi dengan mempertimbangkan beberapa faktor seperti jenis material pelapis, jarak pelapisan, dan jumlah lapisan [3], [4]. Faktor coating seperti jumlah lapisan, terbukti menurunkan laju korosi dengan semakin banyaknya jumlah lapisan [4]. Selain itu, jumlah lapisan juga berpengaruh terhadap ketebalan *coating* yang dihasilkan, semakin banyak jumlah lapisan, maka ketebalan coating semakin tinggi [5].

Berdasarkan uraian yang telah disebutkan pada paragraf sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh jumlah lapisan dan perbandingan *epoxy:hardener* pada pipa JIS G3141 terhadap ketebalan dan kekasaran hasil *coating*, serta laju korosi dengan metode *weight loss*.

TINJAUAN PUSTAKA

Baja JIS G3141 SPCC-SD

SPCC adalah singkatan dari *steel plate cold rolled coiled*, SPCC didefinisikan sebagai baja lembaran canai dengan kualitas komersial, merujuk pada standar jepang JIS G3141. Baja jenis SPCC sangat cocok digunakan untuk mobil, alat listrik, dan lain-lain. Karena jangkauan penerapannya yang lebih luas. Material PSCC mirip dengan baja karbon ASTM A1008 dan A1008M kualitas komersial [6]. Baja ini termasuk ke dalam baja karbon rendah [1].

Coating pada Baja Karbon Rendah

Baja karbon rendah merupakan logam yang rentan terserang korosi, untuk memperlambat laju korosinya, banyak diaplikasikan *coating* atau pelapisan pada permukaannya. Metode pelapisan yang dapat digunakan juga bervariasi, seperti *electroplating* dan *spray coating* [4], [7], [8], [9]. Penerapan pelapisan yang paling mudah dilakukan adalah *spray coating*, dalam beberapa penelitian, metode ini terbukti efektif dalam menurunkan laju korosi. Seperti dalam penelitian Setyawan dkk, aplikasi *spray coating alkyd* pada baja karbon rendah mampu menurunkan laju korosi pada media air garam dari 19,51 mpy tanpa *coating* menjadi 2,376 mpy dengan 3 lapis *coating* [4]. Selain itu, penelitian serupa juga membuktikan bahwa *spray coating* menggunakan material epoxy mampu menurunkan laju korosi dari 832,754 mpy menjadi 136,124 mpy pada media asam kuat [3].

METODE

Spesimen yang digunakan adalah baja pipa *cold rolled* JIS G3141 dengan diameter 25,4 mm, ketebalan 0,3 mm, dan panjang 100 mm. Komposisi kimia hasil inspeksi baja tercantum dalam Tabel 1. Coating bahan *epoxy* dan *hardener* menggunakan merk Nippon Paint, Nippe 2000 dengan variasi perbandingan *epoxy:hardener* = 1:1; 1:0,75; dan 1:0,5, serta variasi jumlah lapisan 2, 4 dan 6 lapis. Jarak penyemprotan proses *coating* 20 cm. Pengukuran ketebalan pipa sebelum dan setelah proses coating menggunakan *Coating Thickness Gauge Krisbow*. Proses coating dan pengukuran ketebalan dilakukan di PT. Steel Pipe Industry of Indonesia, Tbk Unit VI. Sedangkan pengujian kekasaran menggunakan *Surface Roughness Tester* Mitutoyo SJ-301 milik Lab. CNC, Teknik Mesin, ITATS.

Tabel 1. Komposisi kimia (%) *cold rolled* JIS G3141

C	Si	Mn	P	S
0,0331	0,0076	0,18	0,005	0,006

Pengujian laju korosi dilakukan selama 10 hari atau 240 jam dan media korosi yang digunakan adalah natrium klorida (NaCl) yang berbentuk bubuk dan dilarutkan dalam aquades dengan konsentrasi 3,5%. Densitas baja yang digunakan adalah 7,87 g/cm³ dan luas permukaan

spesimen 1.575,28 cm². Pengujian laju korosi dilakukan dengan metode kehilangan berat (*weight loss*) dengan menghitung selisih berat yang terjadi sebelum dan sesudah perendaman, kemudian dihitung dengan menggunakan rumus berikut [10].

$$CR (mpy) = \frac{K \times W}{D \times A \times T} \quad \dots (1)$$

dimana,

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

K = Konstanta faktor (3,45 x 10⁶)

D = Densitas spesimen (g/cm³)

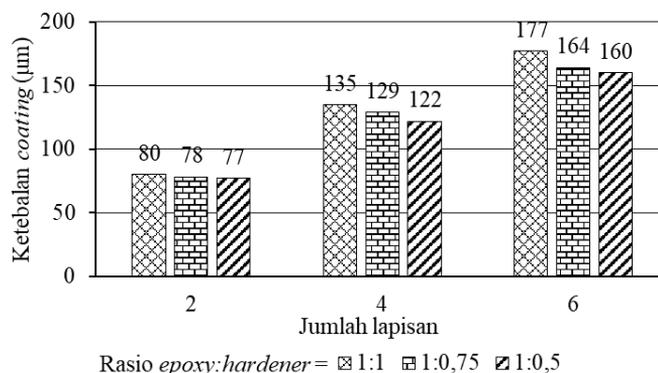
A = Luas permukaan (cm²)

T = Waktu perendaman (jam)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Ketebalan *Coating*

Pengukuran ketebalan hasil *coating* dilakukan sebelum spesimen direndam pada media korosif. Pada Gambar 1 dapat diketahui bahwa ketebalan tertinggi adalah pada variasi 6 lapis *coating epoxy* dengan rasio *epoxy* 1:1 pada nilai sebesar 177 μm, sedangkan nilai terendah dari variasi 2 lapis dan rasio *epoxy* 1:0,5 dengan nilai 77 μm. Semakin banyak lapisan pada *coating*, semakin besar nilai ketebalannya. Kenaikan ketebalan ini diakibatkan oleh semakin banyaknya material cat yang diaplikasikan pada permukaan. Semakin naiknya nilai ketebalan ini diharapkan mampu menjadi penghalang yang efektif antara permukaan logam dengan lingkungannya, sehingga dapat menurunkan laju korosi. Pembuktian terhadap penurunan laju korosi ini akan dibahas pada sub-bagian selanjutnya. Sedangkan semakin kecil rasio, semakin menurunkan ketebalan. Hal ini berhubungan dengan hasil kekasaran yang diukur dan akan dibahas pada sub bagian berikutnya.



Gambar 1. Hasil pengukuran ketebalan lapisan hasil *coating*

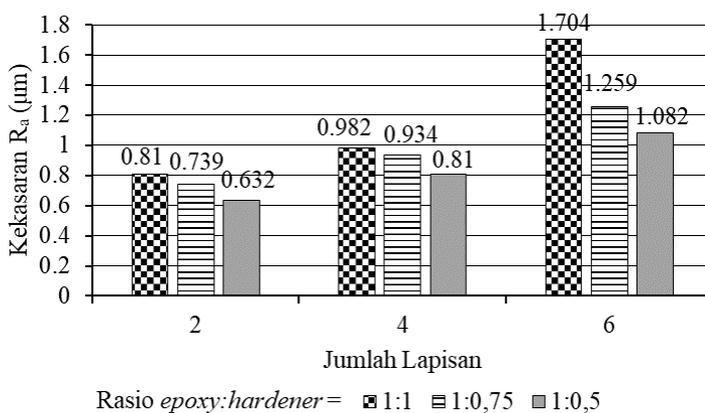
Pengujian Kekasaran

Pengujian kekasaran dengan alat *surface roughness tester* dilakukan pada sepsimen setelah proses *coating* dengan panjang jarak permukaan kekasaran yang diuji adalah 4,064 mm dengan kecepatan 0,762 mm/s. Hasil kekasaran permukaan setelah *coating* disajikan dalam

Gambar 2, nilai kekasaran yang diamati adalah nilai R_a (*Roughness Average*). Nilai kekasaran tertinggi 1,704 μm pada variasi 6 lapis *coating* dan rasio *epoxy* 1:1.

Semakin banyak lapisan *coating* yang digunakan, kekasaran semakin meningkat. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Setyawan dkk pada jumlah lapisan tanpa *coating* hingga 2 lapisan [4]. Sedangkan semakin kecil rasio, semakin kecil nilai kekasaran. Hal ini disebabkan jumlah *hardener* yang ditambahkan akan berpengaruh terhadap cepat atau lambatnya proses pengerasan/pengentalan yang terjadi pada cat. Campuran cat yang mengandung lebih sedikit *hardener* akan lebih lambat mengental saat dimasukkan ke alat *spray*, sehingga campuran cenderung masih encer saat dilakukan proses penyemprotan dan menghasilkan butiran *spray* yang lebih halus. Butiran *spray* yang lebih halus cenderung lebih tersebar merata secara tipis di permukaan logam, karena lebih halus, maka menghasilkan kekasaran yang lebih rendah.

Nilai kekasaran berbanding lurus dengan nilai ketebalan. Semakin banyak jumlah lapisan *coating* menghasilkan nilai ketebalan dan kekasaran yang semakin meningkat. Sedangkan semakin kecil rasio *epoxy:hardener* menghasilkan ketebalan dan kekasaran yang semakin kecil.



Gambar 2. Hasil nilai kekasaran R_a setelah *coating*

Laju Korosi

Pengujian laju korosi yang dilakukan menggunakan metode kehilangan berat (*weight loss*) dengan mencatat berat awal dan akhir spesimen setelah dilakukan perendaman pada media air garam. Tabel 2 menunjukkan perubahan berat yang terjadi pada spesimen yang diikuti perhitungan laju korosi.

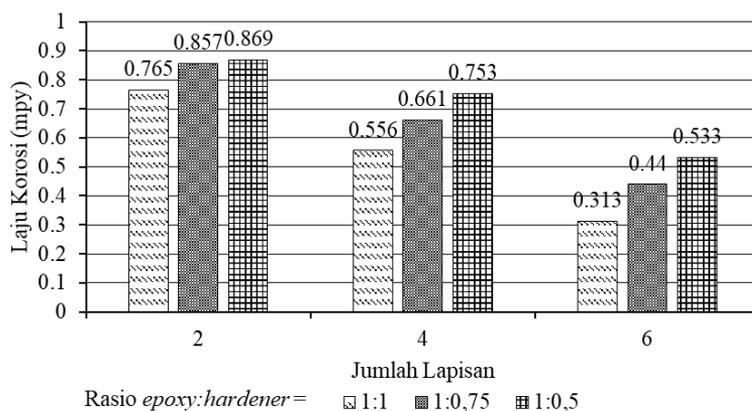
Tabel 2. Hasil perbedaan berat spesimen sebelum dan sesudah perendaman

Jumlah Lapisan	<i>Epoxy:Hardener</i>	Berat Awal (gram)	Berat Akhir (gram)	Selisih Berat (gram)	Laju Korosi (mpy)
2	1:1	21,6	20,94	0,66	0,765
	1:0,75	20	19,26	0,74	0,857
	1:0,5	20,9	20,15	0,75	0,869
4	1:1	19,8	19,32	0,48	0,556
	1:0,75	21	20,43	0,57	0,661
	1:0,5	19,95	19,3	0,65	0,753
6	1:1	20,29	20,02	0,27	0,313
	1:0,75	19,88	19,5	0,38	0,440

	1:0,5	20,4	19,94	0,46	0,533
--	-------	------	-------	------	-------

Laju korosi paling rendah dihasilkan pada variasi 6 lapisan dengan rasio epoxy 1:1, yaitu 0,313 mpy. Pada tabel menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah lapisan, maka pengurangan berat yang terjadi semakin rendah. Hal ini berkorelasi dengan laju korosi. Semakin banyak jumlah lapisan, laju korosi semakin rendah. Tren yang sama juga muncul pada penelitian sebelumnya bahwa semakin banyak jumlah lapisan akan semakin baik menghambat laju korosi [4] karena penghalang antara permukaan logam dan lingkungan korosif semakin besar.

Sedangkan semakin sedikit rasio epoxy menyebabkan laju korosi semakin besar. Hal ini berhubungan dengan tingkat kekentalan campuran cat yang telah dibahas pada sub bagian sebelumnya. Semakin kecil rasio epoxy:hardener, menghasilkan ketebalan yang semakin rendah yang berdampak pada penghalangan permukaan logam dan lingkungan semakin kecil sehingga laju korosi lebih besar dibandingkan dengan rasio epoxy:hardener yang lebih besar.



Gambar 3. Laju korosi dengan variasi jumlah lapisan dan rasio epoxy

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan menggunakan spesimen baja JIS G3141 pada media korosif NaCl 3,5% yang direndam selama 240 jam dengan variasi jumlah lapisan dan rasio coating epoxy : hardener, dapat disimpulkan bahwa jumlah lapisan dan rasio campuran cat berpengaruh terhadap ketebalan, kekasaran, dan laju korosi. Semakin banyak jumlah lapisan, nilai ketebalan dan kekerasan semakin besar. Sedangkan semakin kecil rasio campuran cat, nilai ketebalan dan kekerasan semakin kecil. Laju korosi menunjukkan penurunan dengan semakin meningkatnya jumlah lapisan. Sedangkan laju korosi mengalami kenaikan dengan semakin kecilnya rasio campuran material cat. Variasi paling baik dalam menghasilkan laju korosi paling rendah adalah pada coating menggunakan 6 lapisan dan rasio epoxy:hardener 1:1 dengan nilai laju korosi 0,313 mpy.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. G. A. Arwati and F. Tifani, "Corrosion Rate Analysis of JIS G-3141 Steel for Automotive Inner Wheel House Production with Weight Loss Method," *World Chem. Eng. J.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–4, Jun. 2022.
- [2] Y. K. Afandi, I. S. Arief, and A. Amiadji, "Analisa Laju Korosi Pada Pelat Baja Karbon Dengan Variasi Ketebalan Coating," *J. Tek. ITS*, vol. 4, no. 1, pp. G1–G5, Mar. 2015, doi: 10.12962/j23373539.v4i1.8931.

- [3] A. A. Priyahutama and A. A. Rosidah, "ANALISIS LAJU KOROSI DAN KEKERASAN BAJA AISI 1020 DALAM MEDIA ASAM SULFAT DENGAN VARIASI SUDUT BENDING DAN MATERIAL PELAPISAN," *J. Ilm. Tek. MESIN*, vol. 11, no. 2, Art. no. 2, Aug. 2023, doi: 10.33558/jitm.v11i2.7126.
- [4] 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, Art. no. 2, Oct. 2023, doi: 10.36289/jtmi.v18i2.463.
- [5] A. F. Rulfakih, "Pengujian Nilai Ketebalan dan Adhesion Test Lapisan Powder Coating dengan Variasi Jumlah Layer dan Metode Pelapisan pada Material Baja Astm A709," undergraduate, Politeknik Negeri Jember, 2024. Accessed: Aug. 21, 2024. [Online]. Available: <https://sipora.polije.ac.id/35959/>
- [6] U. M. Sugeng and A. Fato, "ANALISA MEKANIS BAJA PADA BAHAN SPCC-HD DENGAN PROSES DEEP DRAWING DALAM PEMBUATAN," 2020.
- [7] A. A. Rosidah, V. A. Setyowati, and M. Choir, "Effect of Current and Coating Time on the Layer Thickness and Corrosion Rate of Electroplated AISI 1045," *SPECTA J. Technol.*, vol. 5, no. 1, Art. no. 1, Mar. 2021, doi: 10.35718/specta.v5i1.337.
- [8] A. Yusuf *et al.*, "PENGARUH WAKTU DALAM PROSES ELEKTROPLATING DENGAN PELAPISAN KUNINGAN TERHADAP KETEBALAN DAN KETAHANAN BAJA KARBON," *TEKTONIK J. Ilmu Tek.*, vol. 1, no. 4, Art. no. 4, Jul. 2024, doi: 10.62017/tekonik.v1i4.1814.
- [9] A. Kenteurachmat, P. Manik, and A. Wibawa, "Analisis Pengaruh Tekanan dan Jarak Air Spray Terhadap Ketebalan Coating dan Laju Korosi Pada Baja A36," vol. 12, no. 3, 2024.
- [10] M. G. Fontana, *Corrosion engineering*, 3. ed., International ed. in McGraw-Hill series in materials science and engineering. New York: McGraw-Hill, 1987.