

Analisa Perbandingan Pelapisan Galvanis Elektroplating Dengan Hot Dip Galvanizing Terhadap Ketahanan Korosi Dan Kekerasan Pada Baja

Yoyok Wahyudi ^{1*}, A'rasy Fahrudin

Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

ABSTRAK

Galvanizing adalah kata lain dari proses pelapisan menggunakan zinc yang diterapkan pada besi atau benda-benda yang terbuat dari logam untuk mencegah korosi. Proses galvanisasi terbagi menjadi dua yaitu galvanis elektroplating dan *hot dip galvanizing*. Dalam penelitian ini dilakukan perbandingan terhadap hasil pengujian kekerasan dan laju korosi pada baja karbon JIS3101ss400 terhadap larutan asam sulfat (H_2SO_4). Dari hasil pengujian kekerasan material galvanis elektroplating nilai kekerasannya lebih keras yaitu, Nilai kekerasan lapisan galvanis elektroplating yang mencapai 200,1 VHN lebih keras dibandingkan dengan logam dasar 193,8 VHN maupun pada *hot dip galvanis* 1 menit 184,1 VHN, *hot dip galvanis* 3 menit 157,1 VHN, *hot dip galvanis* 131,7 VHN. Sedangkan laju korosi terbesar terjadi pada pelapisan *hot dip galvanis* 5 menit dengan waktu pengujian selama 5 hari, yaitu 479,11 mpy; 347,18 mpy; 458,03 mpy, sedangkan laju korosi terkecil terjadi pada pelapisan galvanis elektroplating 49,35 mpy; 64,23 mpy; 65,47 mpy.

Kata kunci : galvanis elektroplating, *hot dip galvanizing*, laju korosi, kekerasan

Yoyok Wahyudi diterima di Prodi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo pada tahun 2009. Dia pernah bekerja pada perusahaan bidang kontruksi yang menggunakan jasa pelapisan logam sehingga mengenal proses *hot dip galvanizing* dan proses elektroplating. Pada 2014 dia mulai meneliti tentang



hot dip galvanizing sekaligus menjadi penelitian tugas akhir untuk menyelesaikan pendidikan sarjana di Prodi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

A'rasy Fahrudin lulus dari Universitas Brawijaya Malang pada tahun 2009. Kemudian melanjutkan studi magister di

Departemen Teknik Mesin Universitas Indonesia dan bergabung di lab. *Applied Heat Transfer Research Group*. Lulus dari UI tahun 2011, kemudian bekerja di Prodi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Dia tertarik pada bidang



penelitian perpindahan panas dan konversi energi.

Pendahuluan

Baja sejauh ini adalah metal yang amat banyak digunakan. Namun terjadi kerugian yang sangat besar di beberapa lingkungan

karena tingginya tingkat kerusakan akibat korosi. Proses pengendalian korosi sangatlah diperlukan sebagai usaha untuk memperpanjang umur suatu logam. Salah satu upaya pengendalian korosi dapat dilakukan dengan cara pelapisan logam, yaitu dengan pelapisan *galvanizing*. Untuk pelapisan *galvanizing* ada dua macam metode, yaitu dengan metode galvanis elektroplating dan metode *hot dip galvanizing*.

Proses pelapisan galvanis elektroplating yaitu dengan cara memberi aliran listrik kedalam *treatment bath galvanize* sehingga partikel zinc menempel pada permukaan material baja. Dua buah plat logam dihubungkan dengan kutub positif dan negatif dengan terminal sumber arus searah (DC). Sehingga partikel galvanis menempel pada besi sampai ketebalan yang diinginkan.

Sedangkan Pelapisan *Hot dip Galvanizing* merupakan proses pelapisan yang dilakukan dengan cara mencelupkan logam dasar ke dalam larutan cair berupa seng. Hasil dari pelapisan dipengaruhi oleh temperatur cairan dan lamanya pencelupan. Pencelupan yang cepat menghasilkan lapisan kurang bagus, namun jika terlalu lama akan diperoleh hasil lapisan yang tebal dan cenderung kusam.[1-3]. Proses pencelupan yang sesuai akan menghasilkan ketebalan yang sesuai pula sehingga memiliki daya tahan terhadap korosi yang baik.[4,5]. Namun perbandingan hasil antar kedua pelapisan tersebut belum pernah dilakukan dan

*Corresponding author.

E-mail address: arasy.fahrudin@umsida.ac.id,

Peer reviewed under responsibility of Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

© 2017 Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, All right reserved, This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

belum diketahui pelapisan mana yang lebih yang lebih keras dan tahan terhadap korosi.

Pada penelitian ini bahan yang digunakan adalah baja Structure JIS3101 SS400 [6] yang dilapisi galvanis elektroplating dengan *hot dip galvanizing*.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Mengamati langsung data sebab akibat dalam suatu proses melalui eksperimen sehingga dapat mengetahui pengaruh variasi waktu celup terhadap kekerasan dan laju korosi pada baja struktur.

Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu waktu proses pencelupan *hot dip galvanizing* selama 1 menit, 3 menit dan 5 menit, sedangkan untuk galvanis elektroplating adalah 5 menit. Variabel terikat adalah pengaruh terhadap nilai kekerasan dan ketahanan korosi terhadap asam sulfat (H_2SO_4). [4-5]

Material yang digunakan adalah baja struktur jenis H-beam dengan standar JIS3101SS400. Material dipotong dengan ukuran 30mm x 70mm. Kemudian yang pertama dilakukan pelapisan dengan metode *hot dip galvanizing* yaitu dengan cara mencelupkan specimen kedalam zinc yg sudah mencair, dengan waktu celup 1 menit, 3 menit, dan 5 menit. Yang kedua metode pelapisan galvanizing elektro plating yaitu dengan cara memberi aliran listrik kedalam treatment bath galvanize sehingga partikel zinc menempel pada permukaan material baja dengan waktu celup selama 5 menit.



Gambar 1. Material baja JIS 3101SS400

Proses *Hot dip Galvanizing*

Adapun tahapan-tahapan dan peralatan yang dibutuhkan dalam proses pelapisan *Hot dip galvanizing* [1-3] adalah sebagai berikut :

- Menimbang benda kerja yang kemudian dirangkai menjadi satu bagian.
- Melakukan proses *degreasing* yang berfungsi untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada specimen kemudian dilanjutkan dengan proses *rinsing* I yang bermaksud untuk membersihkan bekas proses *degreasing*.
- Melakukan proses *pickling* untuk menghilangkan karat yang menempel pada specimen disusul dengan proses *rinsing II*.
- Setelah itu proses *fluxing* sebagai lapisan dasar untuk memperkuat lapisan zinc pada saat

proses galvanis kemudian dilanjutkan proses drying.

- Mencelupkan rangkaian specimen ke dalam bak *galvaniz*, proses pencelupan dilakukan selama 1 menit, 3 menit dan 5 menit kemudian dilanjutkan dengan proses *quenching*.



Gambar 2. Proses *Hot dip Galvanizing*

Proses Galvanis Elektroplating

Adapun tahapan-tahapan dan peralatan yang dibutuhkan dalam proses pelapisan galvanis elektroplating adalah sebagai berikut [8] :

- Pembersihan Specimen dengan menggunakan cairan NaOH (air sabun) untuk menghilangkan kotoran yang menempel kemudian dibilas dengan air bersih.
- Kemudian proses *Pickling* dilakukan untuk menghilangkan karat pada permukaan specimen, kemudian dibilas menggunakan air bersih.
- Kemudian Proses *Galvanizing* elektro plating dilakukan dengan cara menghubungkan specimen dengan kutub positif dan zinc balok ke kutub negative kemudian dimasukkan kedalam cairan elektrolit dan diberi aliran listrik arus searah (DC).
- Selanjutnya specimen direndam kedalam larutan *chromating* untuk meningkatkan ketahanan terhadap korosi, aus dan anti gores serta kelihatan lebih mengkilap dan permukaannya halus.
- Finishing Proses galvanis elektro plating adalah dengan mencelupkan specimen ke air bersih dan kemudian dikeringkan



Gambar 3. Proses Galvanis Elektroplating

Uji Kekerasan

Uji kekerasan menggunakan mesin uji kekerasan vickers. Hasil uji kekerasan *Vickers* dari data yang diperoleh dihitung dengan rumus:

$$L = N \times I$$

L = panjang diagonal
 N = hasil pengurang luka indicator
 $(D_{akhir} - D_{awal})$
 I = konstanta pembesaran mikroskop
 $2,5x = 0,004$
 $5x = 0,002$

Setelah itu hasil perhitungan tersebut dilihat dalam tabel Vickers sehingga dihasilkan besarnya nilai *Vickers Hardness Number (VHN)*.



Gambar 4. Proses uji kekerasan

Uji Korosi

Pengujian laju korosi dilakukan dengan menggunakan larutan H_2SO_4 (asam sulfat) dan direndam selama 5 hari.[4,5,9]. Adapun tahapannya yaitu:

1. Tahap persiapan pengujian laju korosi yaitu melakukan penimbangan awal (w_0) spesimen dengan menggunakan timbangan digital dan pembuatan larutan uji.
2. Proses perendaman selama 5 hari, 10 hari dan 15 hari yang dilakukan pada suhu kamar. Mulanya siapkan gelas kimia, kemudian masukkan specimen kedalam gelas kemudian tuangkan larutan H_2SO_4 ke dalamnya, ikatkan plastik sebagai penutupnya yang bertujuan agar tidak ada unsur luar yang masuk selama proses reaksi berlangsung.
3. Tahap akhir pengujian yaitu dengan mengeluarkan specimen dari gelas kimia, bersihkan dan dikeringkan, kemudian lakukan penimbangan akhir (w_1).

Besarnya laju korosi dihitung dengan rumus [9]:

$$Mpy = \frac{554 W}{DA^2 T}$$

dimana :Mpy = laju korosi
 W = berat yang hilang (mg)
 D = density benda uji korosi (g/cm³)
 A = luas permukaan (in²)
 T = waktu, *hour* (jam)

Hasil dan Pembahasan

Pengujian kekerasan dalam penelitian ini menggunakan alat uji kekerasan micro Vickers tipe CV700 dengan pembebanan sebesar 100 kg (980N)

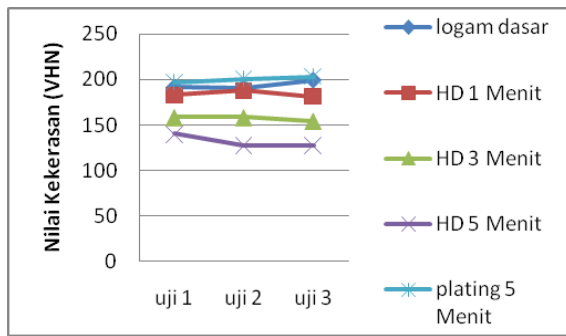
selama 15 detik, sebelum melakukan pengujian ini specimen terlebih dahulu di polishing sampai permukaannya halus dan rata agar mendapatkan hasil yang akurat.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kekerasan Vickers

no	Metode pelapisan	Waktu pencelupan	Pengujian	Kekerasan (VHN)	Rata-rata (VHN)
1	Logam dasar	-	Pengujian 1	191,5	193,8
			Pengujian 2	190,4	
			Pengujian 3	199,5	
2	<i>Hot dip galvanizing</i>	1 menit	Pengujian 1	183,2	184,1
			Pengujian 2	187,7	
			Pengujian 3	181,4	
3	<i>Hot dip galvanizing</i>	3 menit	Pengujian 1	158,4	157,1
			Pengujian 2	158,4	
			Pengujian 3	154,4	
4	<i>Hot dip galvanizing</i>	5 menit	Pengujian 1	140,2	131,7
			Pengujian 2	127,5	
			Pengujian 3	127,5	
5	Galvaniz elektroplatin	5 menit	Pengujian 1	197,1	200,1
			Pengujian 2	200,4	
			Pengujian 3	202,9	

Pada tabel 1 menunjukkan besarnya nilai kekerasan Vickers lapisan *hot dip galvanis*, galvanis elektroplating maupun logam dasar terhadap lama waktu pencelupan. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai kekerasan terbesar adalah pada lapisan galvanis electroplating dengan waktu pencelupan selama 5 menit dengan nilai kekerasan rata-rata sebesar 200,1 VHN. Sedangkan nilai kekerasan terkecil adalah pada pelapisan *hot dip galvanis* dengan waktu pencelupan selama 5 menit dengan nilai kekerasan rata-rata 131,7 VHN.

Dari data diatas juga menunjukkan bahwa semakin lama waktu pencelupan pelapisan *hot dip galvanis* akan menyebabkan semakin menurunnya nilai kekerasannya. Hal ini ditunjukkan pada nilai kekerasan logam dasar sebesar 193,8 VHN dan setelah dilapisi *hot dip galvanis* selama 5 menit kekerasannya menurun 131,7 VHN. Sedangkan nilai kekerasan pelapisan galvanis electroplating 200,1 VHN lebih keras dari pelapisan *hot dip galvanis* 1 menit dengan nilai kekerasan 184,1 VHN.



Gambar 5. Pengaruh pelapisan *hot dip* galvanizing dan galvanis electroplating terhadap nilai kekerasan

Dari data tersebut menunjukkan perbandingan pelapisan *hot dip* galvanizing dengan pelapisan galvanis electroplating adalah lebih keras galvanis electroplating. hal ini dikarenakan komposisi bahan pada materialbaja terutama silikon dan fospor yang tinggi ketika diproses *hot dip* galvanizing menyebabkan peningkatan reaktifitas pada baja dan zinc yang mengakibatkan lapisan pada specimen tebal namun sangat rapuh sedangkan galvanis elektroplating dipengaruhi adanya proses chromating yang membuat lapisan lebih tahan goresan dan lebih keras.

Pengujian laju korosi

Pada proses pengujian laju korosi ini menggunakan cairan asam sulfat (H_2SO_4).



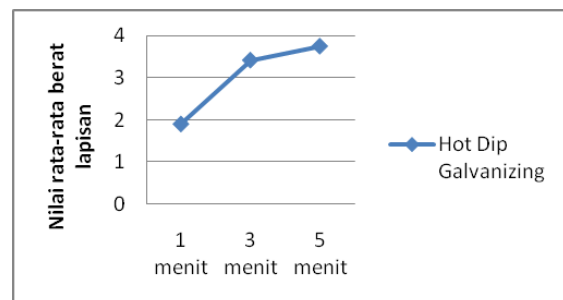
Gambar 6. Hasil uji korosi pada baja

Dari hasil pengamatan proses pengujian laju korosi pada baja karbon yang sudah dilapisi galvanis menunjukkan besarnya laju korosi pada baja lapisan *hot dip* galvanis, galvanis elektroplating maupun logam dasar dengan waktu pengujian selama 5 hari, 10 hari dan 15 hari terhadap larutan asam sulfat (H_2SO_4). Dari hasil pengujian laju korosi selama 5 hari pada pelapisan *hot dip* galvanis 1 menit menunjukkan bahwa laju korosi pada baja yang dilapisi *hot dip* galvanis adalah 170,12 mpy; 156,98 mpy; 112,09 mpy, nilai ini meningkat pada pelapisan *hot dip* galvanis 3 menit yaitu 214,76 mpy; 239,06 mpy; 179,30 mpy. Dan nilai laju korosi semakin meningkat pada pengujian *hot dip* galvanis 5 menit yaitu 479,11 mpy; 347,18 mpy; 458,03 mpy. Nilai ini sangat jauh lebih kecil dibandingkan dengan hasil pengujian pada pelapisan galvanis electroplating yaitu 49,35 mpy; 64,23 mpy; 65,47 mpy maupun

pada logam dasar yang nilai laju korosinya mencapai 104,40 mpy; 99,69 mpy; 94,98 mpy.

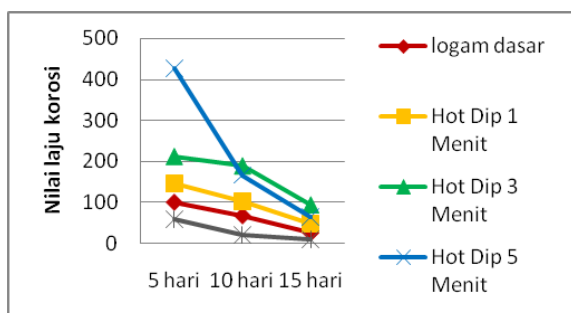
Pada pengujian selama 10 hari kecepatan laju korosi pada baja yang dilapisi *hot dip* galvanis mengalami perubahan yang bervariasi dibandingkan pada pengujian selama 5 hari. Hal ini ditunjukkan pada nilai hasil pengujian laju korosi pada *hot dip* galvanis 1 menit yang menurun sampai 29,8% yaitu senilai 73,65 mpy; 131,06 mpy; 103,66 mpy. Namun pada pengujian *hot dip* galvanis 3 menit ada yang mengalami kenaikan sebesar 42% seperti yang terjadi pada specimen 2 yaitu 243,28 mpy dan specimen 3 yaitu 258,28 mpy. Berbeda pada pengujian *hot dip* galvanis 5 menit yang mengalami penurunan laju korosi sebesar 54,3% yaitu 274,28 mpy; 158,46 mpy; 67,08 mpy. Begitu juga pada pengujian galvanis electroplating dan logam dasar yang masing-masing juga mengalami penurunan sebesar 16,5% dan 33,2%. Ditunjukkan pada tabel yaitu 7,32 mpy; 25,91 mpy; 31 mpy dan 71,30 mpy; 66,58 mpy; 62,87 mpy.

Sedangkan pada pengujian selama 15 hari, dari tabel diatas dapat diketahui bahwa semua pengujian laju korosi mengalami penurunan. Hal ini dapat dilihat pada nilai laju korosi lapisan *hot dip* galvanis 1 menit yang menurun sampai 46% yaitu 33,81 mpy; 70,68 mpy; 40,42 mpy. Lapisan *hot dip* galvanis 3 menit menurun 48,7% yaitu 29,68 mpy; 124,74 mpy; 128,13 mpy. Lapisan *hot dip* galvanizing 5 menit menurun sampai 60% yaitu 114,16 mpy; 62,99 mpy; 15,95 mpy. Sedangkan laju korosi pelapisan galvanis electroplating menurun 76,7% yaitu 6,03 mpy; 3,80 mpy. Sementara itu logam dasar laju korosinya juga mengalami penurunan 59.3% yaitu 22,73 mpy; 27,11 mpy; 25,38 mpy.



Gambar 7. Pengaruh lama waktu pencelupan terhadap berat lapisan ketebalan *hot dip* galvanis

Pada gambar diatas menunjukkan bahwa ketebalan lapisan *hot dip* galvanis mengalami kenaikan seiring dengan semakin lamanya waktu pencelupan. Hal ini disebabkan karena baja yang dicelupkan ke dalam zink cair mengakibatkan zink yang menempel ke permukaan baja juga semakin banyak.



Gambar 8. Pengaruh pelapisan *hot dip* galvanizing dan galvanis electroplating terhadap laju korosi

Gambar diatas menunjukkan bahwa laju korosi pada pengujian selama 5 hari berlangsung sangat cepat namun seiring dengan semakin lamanya waktu pengujian mengakibatkan semakin menurunnya tingkat korosifnya. Dari data diatas juga dapat diketahui bahwa laju korosi terkecil terjadi pada pelapisan galvanis electroplating sedangkan laju korosi terbesar terjadi pada pelapisan *hot dip* galvanis 5 menit. Hal ini dikarenakan pelapisan *hot dip* galvanis menghasilkan suatu lapisan intermetalik yang dapat mengikat dengan baik antara lapisan seng dengan baja namun jika ikatan tersebut terlalu tebal akan mengakibatkan menjadi getas. Reaksi kimia yang terjadi antara Zn dengan H_2SO_4 berlangsung dengan cepat saat keduanya bertemu yang ditandai dengan timbulnya gelembung-gelembung udara, yang menggambarkan bahwa proses pengikisan berlangsung sangat besar dan cepat namun jika hal ini diteruskan akan berakibat daya korosifnya menurun akan berkurang secara cepat.

Kesimpulan

Berdasarkan dari penelitian diatas dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain :

1. Nilai kekerasan lapisan galvanis electroplating yang mencapai 200,1 VHN lebih keras dibandingkan dengan logam dasar 193,8 VHN maupun pada *hot dip* galvanis 1 menit 184,1 VHN, *hot dip* galvanis 3 menit 157,1 VHN, *hot dip* galvanis 131,7 VHN hal ini dikarenakan komposisi pada material baja terutama silikon dan fosfor yang tinggi ketika diproses *hot dip* galvanizing menyebabkan peningkatan reaktifitas pada baja dan zinc yang mengakibatkan lapisan pada specimen tebal namun sangat rapuh sedangkan galvanis elektroplating dipengaruhi adanya adanya proses chromating yang membuat lapisan lebih tahan goresan dan lebih keras.
2. Pada pengujian laju korosi dengan H_2SO_4 ini menghasilkan bahwa semakin lama waktu pengujian maka laju korosi semakin menurun hal ini dikarenakan semakin banyaknya waktu kemungkinan untuk memperbaiki lapisan pasif logam yang telah rusak akibat ion ion-

korosif asam sulfat terjadi sehingga dapat menurunkan laju korosinya.

3. Laju korosi terbesar terjadi pada pelapisan *hot dip* galvanis 5 menit dengan waktupengujian selama 5 hari, yaitu 479,11 mpy; 347,18 mpy; 458,03 mpy, sedangkan laju korositerkecil terjadi padapelapisan galvanis elektroplating 49,35 mpy; 64,23 mpy; 65,47 mpy.

Daftar Pustaka

- [1] Indarto, Dwi, 2007, *Pengaruh Waktu Tahan Proses Hot dipping Baja Karbon Rendah Terhadap Ketebalan Lapisan, Kekuatan Tarik Dan Harga Impak Dengan Bahan Pelapis Aluminium*, Skripsi S-1, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- [2] Permadi, A.R. dan Kurniawan, B.A, 2012, *Pengaruh Temperatur Dan Lama Celup Pada Proses Hot dip Galvanizing Elemen Pemanas Cold End Layer Air Heater Pt Pjb Up Gresik Unit1*, Jurnal Teknik POMITS Vol. 1, No. 1. ITS Surabaya.
- [3] Ridluwan, M. 2007, *Pengaruh Temperatur Pencelupan Terhadap Kekerasan, Laju Korosi Dan Struktur Mikro Pada Baja Karbon Rendah Dengan Pelapisan Metode Hot dip Galvanizing*, Skripsi S-1, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- [4] Prameswari, B. 2008, *Studi Efektifitas Lapis Galvanis Terhadap Ketahanan Korosi Pipa Baja ASTM A53 Di Dalam Tanah*, Skripsi S-1, FT Universitas Indonesia, Depok.
- [5] Kevin J. Pattireuw, Fentje A. Rauf, Romels Lumintang 2013. *Analisis laju korosi pada baja karbon dengan Menggunakan air laut dan H2SO4*. Teknik Mesin, Universitas Sam Ratulangi Manado.
- [6] Darmawan. W, Loa, 1984, *Konstruksi Baja I*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta Selatan.
- [7] Marsyahyo, Eko, 2003, *Mesin Perkakas Pemotongan Logam*, Toga Mas, Malang.
- [8] Sutomo, Senen, 2010. *Pengaruh Arus dan Waktu pada Pelapisan Nikel dengan Elektroplating untuk Bentuk Plat*, Tugas Akhir Teknik Mesin.
- [9] Fontana, M.G, 1987, *Corrosion Engineering*, 3rd edition, McGraw Hill, New York, USA.