

PENGARUH VARIASI SUHU DAN KECEPATAN ANGKAT PADA PROSES GALVANIZING TERHADAP KETEBALAN BAJA di PT. BONDI SYAD MULIA GRESIK

Aldi Raka Pratama, Hardjono

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Indonesia
aldiraka32@gmail.com, [hardjono@polinema.ac.id]

ABSTRAK

Industri galvanis semakin berkembang seiring dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat akan produk industri berbahan baku logam. Industri berbahan baku logam (misalnya seng) umumnya melibatkan proses pelapisan untuk mencegah terjadinya korosi. Salah satu cara mengatasi korosi adalah dengan melapisi besi menggunakan logam lain yang lebih anodik dengan *Hot Dip Galvanizing* (HDG). Secara definisi, *hot dip galvanizing* adalah suatu proses pelapisan dimana logam pelapisnya dipanaskan terlebih dahulu hingga mencair, kemudian logam yang akan dilapisi yang biasa disebut logam dasar dicelupkan ke dalam bak *galvaniz* yang telah berisi seng cair, sehingga dalam beberapa saat logam tersebut akan terlapisi oleh lapisan (*seng*) dengan logam dasar dalam bentuk ikatan metalurgi yang kuat dan tersusun secara berlapis-lapis yang disebut fasa. Akan tetapi pada industri *galvanizing* saat dilakukan produksi secara massal sering terjadi permasalahan, yaitu tebal lapisan Zn yang berlebihan sehingga menyebabkan konsumsi Zn sangat banyak, pemborosan biaya proses, serta lapisan Zn tidak sesuai dengan standart *galvanizing*. Berdasarkan beberapa permasalahan diatas, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut yang bertujuan untuk menentukan pengaruh suhu dan kecepatan angkat pada proses pelapisan terhadap ketebalan lapisan seng. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas pelapisan optimal pada suhu 440 °C dan laju pengangkatan 10 m/menit dengan ketebalan rata – rata 107,53 µm.

Kata kunci: korosi, hot dip galvanizing, zinc

ABSTRACT

The galvanic industry is growing along with the increasing public demand for industrial products made from metal raw materials. Industries made of metal (for example zinc) generally involve a coating process to prevent corrosion. One way to overcome corrosion is to coat iron using other metals which are more anodic with Hot Dip Galvanizing (HDG). By definition, hot dip galvanizing is a coating process where the coating metal is preheated until it melts, then the metal to be coated which is commonly called the base metal is dipped in a galvaniz bath that contains liquid zinc, so that in a few moments the metal will be coated by a layer (zinc) with base metals in the form of strong metallic bonds and arranged in layers which are called phases. However, in the galvanizing industry when mass production is done, problems often occur, namely excessive Zn layer thickness resulting in very high consumption of Zn, waste of process costs, and Zn coating not in accordance with galvanizing standards. Based on some of the problems above, it is necessary to do further research aimed at determining the effect of temperature and withdrawal speed on the coating process on the thickness of the zinc layer. The results showed that the coating quality was optimal at 440 °C and removal rate of 10 m / min with an average thickness of 107.53 µm.

Keywords: corrosion, hot dip galvanizing, zinc

1. PENDAHULUAN

Industri galvanis semakin berkembang seiring dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat akan produk industri berbahan baku logam. Industri berbahan baku logam (misalnya seng) umumnya melibatkan proses pelapisan untuk mencegah terjadinya korosi [1]. 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 [2].

Sedangkan *hot dip galvanizing* adalah proses pelapisan baja menggunakan pelapis logam yang memiliki titik lebur lebih rendah dari pada titik lebur baja. Proses galvanizing digunakan cara pencelupan baja ke dalam lelehan *zinc* pada suhu 450 °C sehingga akan terbentuk ikatan metalurgi antara *zinc* cair dengan permukaan baja menghasilkan lapisan intermetalik paduan Fe – Zn [3].

Perlindungan pada lapisan galvanis mempunyai dua keuntungan yaitu sebagai *barrier* dan anoda yang di reduksi. Perlindungan *barrier* akan melindungi logam dari lingkungan luar sedangkan sebagai anoda reduksi akan terkorosi dahulu baru logam induknya atau substratnya. Lapisan seng yang diperoleh dengan metode *hot dip galvanizing* lebih tahan lama, relatif kuat dan mempunyai kekerasan yang tinggi. Dari tiap-tiap lapisan mempunyai sifat yang berbeda-beda baik dari komposisi kimia maupun kekerasan. Lapisan bagian luar ZnO merupakan senyawa oksida seng yang paling tidak diinginkan. Hal ini disebabkan ZnO mempunyai ketahanan korosi paling rendah dibanding produk-produk korosi yang mungkin terbentuk antara seng dan lingkungannya. Lapisan paling atas yang terbentuk antara Zn dengan Fe (*eta layer*) akan lebih murni dan lunak, sedangkan lapisan paling bawah (*gamma layer*) mempunyai paduan baja paling tinggi dibandingkan lapisan lainnya [4].

Akan tetapi pada industri *galvanizing* saat dilakukan produksi secara massal sering terjadi permasalahan, yaitu tebal lapisan Zn yang berlebihan sehingga menyebabkan konsumsi Zn sangat banyak, pemborosan biaya proses, serta lapisan Zn tidak sesuai dengan standart *galvanizing*. Selain itu, warna hasil lapisan kusam tidak mengkilap, bahkan ada yang berwarna kehijauan atau kekuningan, permukaan kasar, serta terjadi beberapa cacat seperti jaruman *ash* menempel, *wet storage*, dan *white rust*. Hal ini disebabkan oleh penggunaan waktu tahan dan media pendingin yang kurang tepat [5].

Tahap pelapisan dilakukan dengan mencelupkan logam dasar ke dalam larutan seng cair pada suhu 440 °C – 480 °C [6]. Hasil dari pelapisan dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti faktor suhu dan laju pengangkatan. Suhu adalah salah satu hal yang sangat berpengaruh dalam proses pelapisan dengan metode *Hot Dip Galvanizing*. Peningkatan suhu akan berpengaruh terhadap fluiditas seng cair. Pada suhu 435 °C – 480 °C, pertumbuhan ketebalan lapisan paduan merupakan fungsi linier dari waktu reaksi, tetapi hubungan ini hanya berlaku sampai suhu 480 °C. Pada suhu 490 °C – 520 °C hubungan antara laju pertumbuhan lapisan paduan dan waktu reaksi merupakan fungsi parabolik. Dari penelitian sebelumnya dinyatakan bahwa lapisan zeta akan meningkat seiring bertambahnya kenaikan suhu. Pemisahan elemen paduan pada batas fase zeta dihasilkan dari gabungan bagian liquid yang mana akan mencegah hasil gabungan bagian liquid yang mana akan

mencegah hasil gabungan yang koheren dan padat. Dari hasil penelitian tersebut dikatakan bahwa tahap pertumbuhan lapisan coating yang tercepat terjadi pada suhu 480 °C. Pertumbuhan cepat ini tidak diinginkan karena pada suhu ini fase zeta tidak akan koheren dan mudah terlepas [7].

Sedangkan penelitian sebelumnya mengenai laju pengangkatan dinyatakan bahwa laju pengangkatan baja dari bak *galvanizing* hanya berpengaruh pada ketebalan fasa η (Zn murni) yang terdapat pada lapisan terluar. Tebal lapisan η (Zn murni) menentukan efisiensi produk. Laju pengangkatan optimal untuk hampir semua jenis material adalah 1,45 m/menit. [7]. Jika laju pengangkatan terlalu lambat, maka lapisan η (Zn murni) yang akan terbentuk sementara dalam kasus kecepatan penarikan lebih cepat, maka lapisan yang terbentuk tidak akan merata [8].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi variasi suhu dan laji pengangkatan bahan pada proses pelapisan metode *Hot Dip Galvanizing* terhadap tebal lapisan *zinc* yang ada di PT. Bondi Syad Mulia Gresik.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Mengamati langsung data sebab akibat dalam suatu proses melalui eksperimen sehingga mengetahui pengaruh variasi suhu dan laju pengangkatan terhadap ketebalan *zinc* yang melapisi baja. Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu suhu pada proses pencelupan *hot dip galvanizing* yaitu 440 °C, 445 °C, 450 °C dan laju pengangkatan yaitu 4 m/menit, 6 m/menit, 10 m/menit, 15 m/menit, 20 m/menit. Variabel terikat adalah pengaruh suhu dan laju pengangkatan terhadap ketebalan lapisan *zinc*.

2.1. Prosedur Penelitian

Proses diawali dengan pembuatan specimen kemudian dirangkai menjadi satu bagian. Setelah specimen dirangkai menjadi satu bagian selanjutnya dilakukan beberapa proses *pre-treatment* yang dilakukan yaitu proses *degreasing* yang berfungsi untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada specimen kemudian dilanjutkan dengan proses *rinsing* dengan tujuan untuk membersihkan bekas proses *degreasing*, setelah itu, dilakukan proses *pickling* untuk menghilangkan karat yang menempel pada specimen disusul dengan proses *rinsing II* yang bertujuan untuk menghilangkan bekas proses *pickling*. Kemudian dilakukan proses *fluxing* yang digunakan sebagai lapisan dasar untuk memperkuat lapisan *zinc* pada saat proses *galvanizing* kemudian dilanjutkan dengan proses *drying* dengan menggunakan oven. Setelah semua proses *pre-treatment* selesai dilakukan, selanjutnya rangkaian specimen tersebut dicelupkan di dalam bak *galvanizing*, proses pencelupan dilakukan pada suhu dan pada laju pengangkatan yang sudah ditentukan.

2.2. Pengumpulan Data

Pengambilan data specimen dilakukan pada proses *Hot Dip Galvanizing* di PT. Bondi Syad Mulia Gresik. Specimen tersebut selanjutnya dianalisa dengan menggunakan *Thickness Meter Gauge* yang bertujuan untuk mengetahui ketebalan *zinc* yang melapisi baja specimen.

2.3. Variabel Penelitian

- a. Variabel terikat:
 - Nilai ketebalan
- b. Variabel Bebas :
 - Variasi suhu sebesar 440 °C, 445 °C, 450 °C
 - Variasi laju pengangkatan 4 m/menit, 6 m/menit, 10 m/menit, 15 m/menit, 20 m/menit

- c. Variabel control :
- Material yang digunakan yaitu baja UNP bentuk plat
 - Zinc pelapis dengan zinc ingot

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

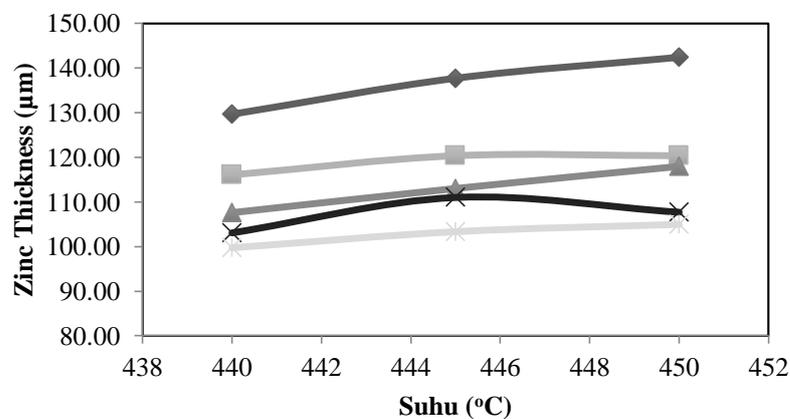
3.1 Data hasil pengamatan

Data aktual hasil analisa ketebalan spesimen dengan menggunakan *Thickness Meter Gauge* dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini :

Tabel 1. Data analisa hasil uji ketebalan zinc dengan *Thickness Meter Gauge*

Variabel	Suhu (°C)	Laju Pengangkatan (m/menit)	Zinc Thickness		
			1	2	3
1	440	4	128	130	131
		6	110	118	120
		10	96,6	110	116
		15	93	106	110
		20	90	102	107
2	445	4	135	138	140
		6	115	120	126
		10	106	115	118
		15	98	115	120
		20	95	105	110
3	450	4	138	141	148
		6	120	125	130
		10	110	120	124
		15	102	108	113
		20	98	107	110

Pengujian ketebalan dilakukan dengan menggunakan *Thickness Meter Gauge*. Pengujian ketebalan ini menggunakan satuan μm yang menggunakan 15 spesimen. 15 spesimen dengan bentuk plat. Pengujian dilakukan sebanyak 3 titik. Sensor diletakkan pada titik tertentu untuk mengetahui nilai ketebalan zinc.

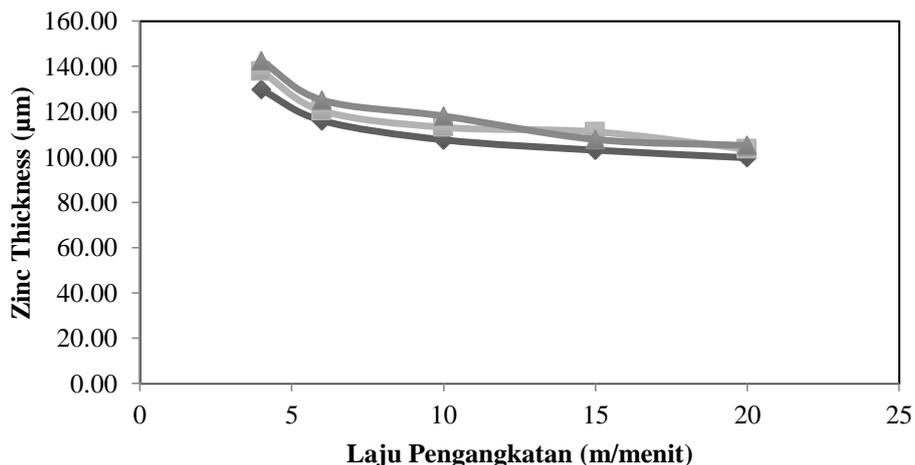


Gambar 1. Grafik hubungan antara suhu terhadap ketebalan

Dari Gambar 1 yang didapatkan menunjukkan bahwa perbedaan tebal lapisan Zn yang didasarkan pada perbedaan suhu pencelupan. Spesimen pada variabel laju pengangkatan 4 m/menit pada suhu 440 °C memiliki rata – rata ketebalan lapisan Zn sebesar 129 μm , pada suhu 445 °C memiliki rata – rata ketebalan lapisan Zn, dan pada suhu 450 °C memiliki rata - rata ketebalan lapisan Zn sebesar 142 μm , ketebalan ini semakin naik seiring dengan bertambah nya suhu pencelupan. Hal ini sesuai dengan teori bahwa tebal lapisan dipengaruhi oleh:

- Kondisi permukaan
- Lama pencelupan
- Suhu pencelupan
- Laju pengangkatan

Hasil pengujian ketebalan lapisan Zn menunjukkan kecenderungan meningkatnya tebal lapisan seng yang melekat pada baja seiring dengan naiknya suhu pencelupan. Hal ini dikarenakan semakin tinggi suhu seng akan mengakibatkan kekentalannya menjadi turun sehingga daya larutnya bertambah besar dan akan meningkatkan reaktifitas seng yang berakibat mobilitas ion – ion seng menjadi tinggi sehingga mudah berdifusi pada baja [9].



Gambar 2. Grafik hubungan antara laju pengangkatan terhadap ketebalan

Dari Gambar 2 pada suhu 440 °C laju pengangkatan 4 m/menit didapatkan nilai rata – rata ketebalan lapisan Zn sebesar 129 μm , pada laju pengangkatan 6 m/menit didapatkan nilai rata – rata ketebalan Zn sebesar 116 μm , pada laju pengangkatan 10 m/menit didapatkan nilai rata – rata ketebalan Zn sebesar 107 μm , pada laju pengangkatan 15 m/menit didapatkan nilai rata – rata ketebalan Zn sebesar 103 μm , pada laju pengangkatan 20 m/menit didapatkan nilai rata – rata ketebalan Zn sebesar 99 μm .

Pada suhu 445 °C laju pengangkatan 4 m/menit didapatkan nilai rata – rata ketebalan lapisan Zn sebesar 137 μm , pada laju pengangkatan 6 m/menit didapatkan nilai rata – rata ketebalan Zn sebesar 120 μm , pada laju pengangkatan 10 m/menit didapatkan nilai rata – rata ketebalan Zn sebesar 113 μm , pada laju pengangkatan 15 m/menit didapatkan nilai rata – rata ketebalan Zn sebesar 111 μm , pada laju pengangkatan 20 m/menit didapatkan nilai rata – rata ketebalan Zn sebesar 103 μm .

Pada suhu 450 °C laju pengangkatan 4 m/menit didapatkan nilai rata – rata ketebalan lapisan Zn sebesar 142 μm , pada laju pengangkatan 6 m/menit didapatkan nilai rata – rata

ketebalan Zn sebesar 125 μm , pada laju pengangkatan 10 m/menit didapatkan nilai rata – rata ketebalan Zn sebesar 118 μm , pada laju pengangkatan 15 m/menit didapatkan nilai rata – rata ketebalan Zn sebesar 107 μm , pada laju pengangkatan 20 m/menit didapatkan nilai rata – rata ketebalan Zn sebesar 105 μm .

Laju pengangkatan optimal untuk hampir semua jenis material adalah 1,45 m/menit. Meskipun tingkat penarikan optimal diharapkan sekitar 1,5 m/menit, jika pada material dasar yang ditarik pada tingkat yang lebih lambat maka seng akan mengalir bebas di permukaan material dasar, maka lapisan seng murni akan dihasilkan. Namun, jika tingkat penarikan terlalu cepat, maka lapisan seng akan mengalir cepat dan akan mengeras dalam tetesan [10].

4. KESIMPULAN

Proses pelapisan dengan metode *hot dip galvanizing* adalah proses pelapisan logam yang memiliki titik lebur rendah daripada titik lebur baja. Variasi suhu 440 $^{\circ}\text{C}$, 445 $^{\circ}\text{C}$, 450 $^{\circ}\text{C}$ dan variasi laju pengangkatan 4 m/menit, 6 m/menit, 10 m/menit, 15 m/menit, 20 m/menit berpengaruh terhadap nilai ketebalan lapisan *zinc*. Berdasarkan penelitian yang dilakukan didapatkan kesimpulan bahwa Semakin tinggi suhu pencelupan dan semakin lambat laju pengangkatan maka akan semakin besar nilai ketebalan lapisan *zinc*. Ketebalan lapisan yang optimal yaitu pada suhu 440 $^{\circ}\text{C}$ dan pada laju pengangkatan 10 m/menit dengan ketebalan lapisan rata – rata 107,53 μm .

REFERENSI

- [1] Sugiyanto, K.H., Suyanti, R.D., 2010, *Kimia Anorganik Logam*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [2] Wahyudi, Y., Fahrudin, A., 2016, *Analisa Perbandingan Pelapisan Galvanis Elektroplating dengan Hot Dip Galvanizing terhadap Ketahanan Korosi dan Kekerasan Pada Baja*, Jurnal Rekayasa Energi Manufaktur, Vol. 1, No. 1, 1-5.
- [3] Galvinfo Center., 2009, *How Zinc Protect Steel*, Galvinfo Vol. 3.
- [4] Anggara, T., 2007, *Pengaruh Variasi Temperature Proses Pelapisan Metode Hot Dip Galvanizing Terhadap Tebal Lapisan, Struktur Mikro Korosi*, Tesis, Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- [5] Sulistyono, S., Widyanto, B., Chatab, N.Z., 1997, *Penerapan Sistem Manajemen Mutu Industri Pengecoran dan Galvaniz Menuju Seri SNI 19.9000 (150.9000)*, Semarang: UNDIP.
- [6] Sulistijono, S., 2000, *Diktat Korosi dan Analisa Kegagalan*, Surabaya: ITS.
- [7] Peng, B., Jianhua, W., Xuping, S., Zhi, L., Yin, F., 2008, *Effects of Zinc Bath Temperature on the Coating of Hot Dip Galvanizing*, Surface and Coatings Technology, Vol. 202, No. 9, 1785-1788.
- [8] Nasr, J.B., Snoussi, A., Bradai, C., Halouani, F., 2007, *Effect of the Withdrawal Speed On the Thickness of the Zinc Layer in Hot Dip Pure Zinc Coatings*, Materials Letters, Vol. 62, No. 14, 2150 – 2152.
- [9] Keenan, K., Kleinfelter, K., 1996, *Kimia Untuk Universitas*, Erlangga, Jakarta.
- [10] Sulistijono, S., 2000, *Diktat Korosi dan Analisa Kegagalan*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.