

PENGARUH TEMPERATUR DAN WAKTU PENCELUPAN PADA PROSES *HOT DIP GALVANIZING* BAJA ST 41 BENTUK PLAT DAN SILINDER TERHADAP KETEBALAN DAN KEKILAPAN PERMUKAAN

Abdul Rohman Faizol

S-1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: abdulfaizol@mhs.unesa.ac.id

Arya Mahendra Sakti

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: aryamahendra@unesa.ac.id

Abstrak

Baja St 41 merupakan baja karbon rendah yang banyak dipakai dalam bidang industri mufaktur dan kontruksi akan tetapi tidak ditunjang dengan sifat mekaniknya yaitu mudah aus dan korosif serta unsur estetika yang kurang memadai. Hal ini diperlukan perlindungan dengan cara melapisi menggunakan metode pelapisan *hot dip galvanizing*. Proses *hot dip galvanizing* adalah memanaskan logam pelapis hingga mencair kemudian celupkan baja St 41 sesuai temperatur dan waktu pencelupan yang diinginkan hingga terlapisi dengan sempurna. Proses pencelupan ini dilakukan dengan melapisi baja St 41 dengan seng (*zinc*) sebagai perlindungannya. Untuk mengetahui pengaruh terhadap hasil ketebalan lapisan dengan standar ISO 1461 : 2009 dan kekilapan sesuai DIN EN ISO 2813 perlu adanya variasi temperatur dan waktu pencelupan pada proses *hot dip galvanizing*, variasi temperatur yang digunakan adalah 420 °C dan 450 °C serta waktu pencelupan selama 15, 30, dan 45 detik. Pada hasil pengujian ketebalan lapisan nilai tertinggi untuk spesimen plat sebesar 64,2 µm dan untuk spesimen bentuk silinder lapisan tertinggi memiliki ketebalan 59,8 µm, keduanya berada di kombinasi temperatur 420°C dan waktu celup 45 detik. Pengujian kekilapan tertinggi berada dikombinasi temperatur 450°C dan waktu celup 45 detik, untuk spesimen plat sebesar 24,3 GU dan untuk spesimen silinder sebesar 20,4 GU. Hasil penelitian yang sudah memenuhi batas rata-rata minimum standar ISO 1461 : 1999 dan kekilapan sesuai DIN EN ISO 2813 adalah semua spesimen dengan kombinasi temperatur 420 dan 450°C serta waktu celup 30 dan 45 detik. Kesimpulan dari penelitian ini adalah semakin lama waktu pencelupan semakin tinggi nilai ketebalan dan kekilapannya.

Kata kunci : *hot dip galvanizing*, Baja St 41, temperatur pencelupan, waktu pencelupan, uji ketebalan, uji kekilapan.

Abstract

ST 41 Steel is low carbon steel that commonly used in manufacture industry and construction yet it is not supported mechanically because it gets easily worn out and corrosive also the aesthetic element is not recommended. This lead into some protection by coating with the *Hot Dip Galvanizing* process. *Hot Dip Galvanizing* process is to heat up the coating element till it melted and then dip the ST 41 steel into it within the desire temperature and amount of time until the whole part is fully coated. This immersion process is executed by coating the ST 41 steel with zinc as the coat. To find out the impact of the surface thickness with the ISO standard 1461 : 2009 and the glisten in accordance with DIN EN ISO 2813 variations of temperature and timing immersion is needed during the *Hot Dip Galvanizing* process, the variations temperature used on this research are 420 °C and 450 °C and the variations amount of time are 15, 30, 45 seconds. The result of examination showed that the highest point of thickness on plate specimen reach 64,2 µm and for the cylinder specimen reach 59,8 µm, both were in combination of temperature 420°C and immersion timing of 45 seconds. The result of examination also showed that the highest point of glisten was reached by the combination of 450°C and immersion timing of 45 seconds, for the plate specimen is 24,3 GU and for the cylinder specimen is 20,4 GU. The result of this research has fulfil the minimum standard requirement ISO 1461 : 1999 and the glisten level is suitable with DIN EN ISO 2813 all the specimen with the combination temperature of 420 and 450°C and also timing immersion of 30 and 45 seconds. To sum up the whole result of this research is the longer the timing immersion is the better for the thickness and glisten.

Keywords: hot dip galvanizing, St 41 steel, dying temperature, dipping time, thickness test, glisten test.

PENDAHULUAN

Baja merupakan logam kebutuhan produksi yang selalu meningkat di setiap tahunnya dan sangat tinggi angka produksi setiap tahunnya, hal itu di buktikan dengan hasil

survey dari U.S. Geological Survey (USGS) pada tahun 2018 bahwa total produksi baja di dunia pada tahun 2017 mencapai 1.663juta ton. Baja St 41 merupakan baja karbon rendah yang sering digunakan dalam bidang

manufaktur dan kotruksi. Baja ini mempunyai kombinasi sifat mekanik yang baik akan tetapi hal ini sering kali tidak ditunjang dengan ketahanan aus, laju korosi yang buruk serta unsur estetika yang kurang memadai. Maka dari itu, dibutuhkan suatu metode yang diupayakan dapat melindungi baja St 41 agar mempunyai usia yang panjang. Baja St 41 mempunyai kegunaan yang tepat jika diberikan perlakuan *surface treatment*. Selain itu dibutuhkan juga perlakuan yang mampu melindungi atau memproteksi struktur baja ST 41 secara kompleks. Hal ini dapat dilakukan dengan *surface treatment* guna melindungi permukaan luar maupun dalam secara bersamaan. Proses *surface treatment* yang cocok yaitu dengan memberi perlindungan permukaan logam dengan logam lain, salah satunya dengan cara *hot dip galvanizing*.

Hot Dip Galvanizing merupakan suatu proses *surface treatment* menggunakan perlindungan *zinc* untuk melindungi besi dan baja dengan tujuan untuk melindungi permukaan luar dan dalam dari ancaman-ancaman yang bisa merusak komponen baja ST 41. Metode ini dilakukan dengan cara memanaskan atau melebur media pelapis berupa *zinc* pada bak pemanas dengan suhu sekitar 445-500 °C. Proses pelapisan dengan metode ini biasanya sangat dibutuhkan oleh industri terutama dalam bidang besi dan baja. Hal ini disebabkan karena *coating* menggunakan *zinc* mampu tahan dengan laju korosi secara lama.

Menurut penelitian Sulis Yulianto dan Irvan Aryawidura (2012) tentang pengaruh waktu tahan *hot dipped Galvanizing* terhadap sifat mekanik, tebal lapisan, dan struktur mikro baja rendah. Menyimpulkan bahwa semakin lama waktu tahan pencelupan akan mengakibatkan semakin tebal lapisan *zinc* yang dihasilkan dan nilai kekerasannya semakin tinggi. Ketebalan sebuah lapisan dapat mempengaruhi sifat mekanik dari bahan. Proses *surface treatment* akan bagus ketika ketebalan pada permukaan merata. Efek ketidakrataan sub lapisan pada benda akan tetap tampak meski telah dilapisi dengan galvanis. Proses pengangkatan dan lama pencelupan serta temperatur pencelupan sering menjadi variasi untuk permasalahan tersebut. Semakin tidak merata ketebalan pada benda yang dilapisi akan cepat laju korosinya.

Penelitian ini menggunakan metode *hot dip galvanizing* untuk melapisi benda baja St 41 yang berbentuk plat dan silindris menggunakan variasi temperature sebesar 420°C dan 450°C dan waktu pencelupan sebesar 15, 30, dan 45 detik.

Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

- Bagaimana pengaruh temperatur dan waktu pencelupan pada proses *hot dip galvanizing* baja ST 41 bentuk plat dan silinder terhadap ketebalan lapisan permukaan ?
- Bagaimana pengaruh temperatur dan waktu pencelupan pada proses *hot dip galvanizing* baja ST 41 bentuk plat dan silinder terhadap kekilapan lapisan permukaan ?

- Bagaimana kombinasi variasi waktu dan temperatur yang paling efisien pada proses *hot dipped galvanizing* terhadap hasil ketebalan dan kekilapan permukaan ?

Tujuan Penelitian

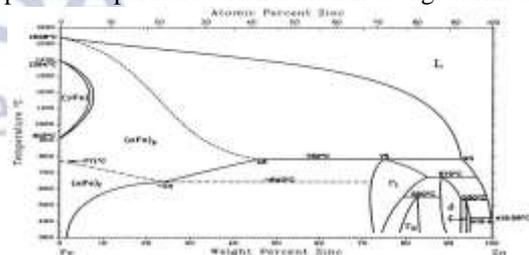
Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

- Untuk mengetahui pengaruh temperatur dan waktu pencelupan pada proses *hot dipped galvanizing* baja ST 41 bentuk plat dan silinder terhadap ketebalan lapisan permukaan.
- Untuk mengetahui pengaruh temperatur dan waktu pencelupan pada proses *hot dipped galvanizing* baja ST 41 bentuk plat dan silinder terhadap kekilapan permukaan.
- Untuk mengetahui kombinasi temperatur dan waktu pencelupan paling efisien pada proses *hot dipped galvanizing* baja ST 41 bentuk plat dan silinder terhadap ketebalan sesuai standard ISO 1461 : 2009 dan kekilapan sesuai DIN EN ISO 2813.

Pelapisan Hot Dip Galvanizing

Hot dip galvanizing adalah suatu proses pelapisan dimana logam pelapisnya dileburkan terlebih dahulu didalam bak galvanis ataupun dapur peleburan dengan suhu berkisar antara 420⁰-480⁰C hingga mencair, kemudian logam yang akan dilapisi yang biasa disebut dengan logam dasar dicelupkan ke dalam bak galvanis yang berisi cairan logam pelapis sehingga dalam beberapa saat akan terlapisi oleh lapisan berupa lapisan paduan antara logam pelapis dengan logam dasar dalam bentuk ikatan metalurgi yang kuat dan berlapis-lapis yang disebut fasa. Lapisan paling atas yang terbentuk antara Fe dengan Zn (*eta layer*) akan lebih murni dan lunak. Sedangkan lapisan paling bawah (*gamma layer*) mempunyai paduan baja paling tinggi dibandingkan lapisan lainnya.

Pada diagram kesetimbangan Fe-Zn, terdapat dua daerah fasa cair yang terpisah dimana dibatasi oleh campuran fasa gas dan fasa padatan. Pada gambar 2.4 memperlihatkan secara global, fase paduan Fe-Zn pada komposisi temperature tertentu adalah sebagai berikut:



Gambar 1 Diagram fase Fe-Zn

Proses pelapisan dengan metode *Hot Dip Galvanizing* dapat dibagi menjadi tiga tahapan proses, yaitu :

- Tahap persiapan (*pre treatment*)
Tahap ini berfungsi untuk menghilangkan bahan pengotor yang menempel pada spesimen, proses pembersihannya dapat dilakukan dengan dua jenis, yaitu secara mekanik biasanya dengan kertas gosok

atau gerinda dan secara kimiawi yang biasanya pembersihan dengan bantuan bahan-bahan kimia

- Tahap pencelupan (*galvanizing*)
Spesimen yang telah bersih dari kotoran selanjutnya dapat diberikan proses inti yaitu proses pencecelupan, larutan yang digunakan adalah larutan dengan minimal kandungan 98% seng murni.
- Tahap pendinginan dan tahap akhir (*quenching & finishing*)
Setelah proses pencelupan dilakukan sesuai waktu dan temperature yang di inginkan maka selanjutnya ialah pengangkatan dari bak galvanis dan di dingikan yang biasanya menggunakan air, setelah itu di keringkan dan dibersihkan dari permukaan yang runcing dengan gerinda ataupun kertas gosok.

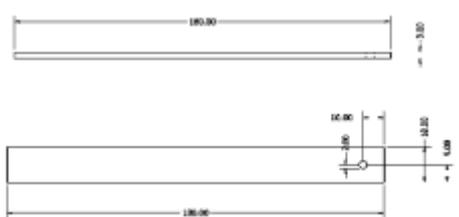
Pengaruh Temperatur *Galvanizing*

Temperatur adalah salah satu hal yang sangat berpengaruh dalam proses pelapisan dengan metode Hot Dip Galvanizing. Zinc pelapis yang dilebur di bak galvanis dengan temperatur tertentu akan menyebabkan perubahan komposisi pada logam dasar. Kenaikan temperatur larutan menyebabkan *viskositas* jadi berkurang sehingga endapan ion logam pada katoda akan lebih cepat sirkulasinya. Kenaikan temperatur dapat meningkatkan reaktifitas larutan sehingga dapat berakibat pada ketebalan lapisan.

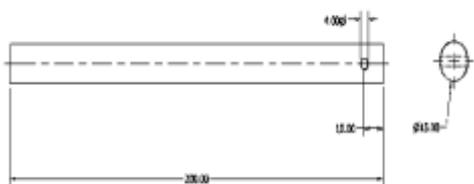
Pengaruh Waktu Pencelupan

Waktu pencelupan pelapisan adalah lamanya proses yang diperlukan dalam pelapisan. Waktu pencelupan pada pelapisan umumnya antara 1 – 5 menit. Pada menit awal pelapisan ketebalan lapisan meningkat dengan cepat, kemudian laju pertumbuhan lapisan menurun dengan berjalannya waktu sampai akhirnya sangat lambat (Permadi dan Kurniawan, 2012: 3).

Spesimen Uji



Gambar 3 Spesimen Baja St 41 Bentuk Plat



Gambar 4 Spesimen Baja St 41 Bentuk Silinder

METODE

Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen. Dengan cara ini peneliti sengaja membangkitkan timbulnya suatu kejadian atau keadaan yang kemudian diteliti bagaimana akibatnya. Dengan kata lain penelitian eksperimen adalah metode untuk mencari adanya hubungan sebab akibat (hubungan kausal) antara beberapa faktor yang sengaja ditimbulkan oleh peneliti dengan mengeliminasi atau mengurangi ataupun menyisihkan factor-faktor lain yang mengganggu eksperimen sendiri selalu dilakukan dengan maksud untuk melihat akibat suatu perlakuan.

Tempat dan Waktu Penelitian

- Tempat Penelitian

Proses *hot dip galvanizing* dilaksanakan di laboratorium Pengecoran, Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya dan pengujian ketebalan serta pengujian kekilapan dilaksanakan di laboratorium Pengujian Bahan, Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya.

- Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama 4 bulan sejak bulan April sampai dengan bulan Agustus 2019.

Variabel Penelitian

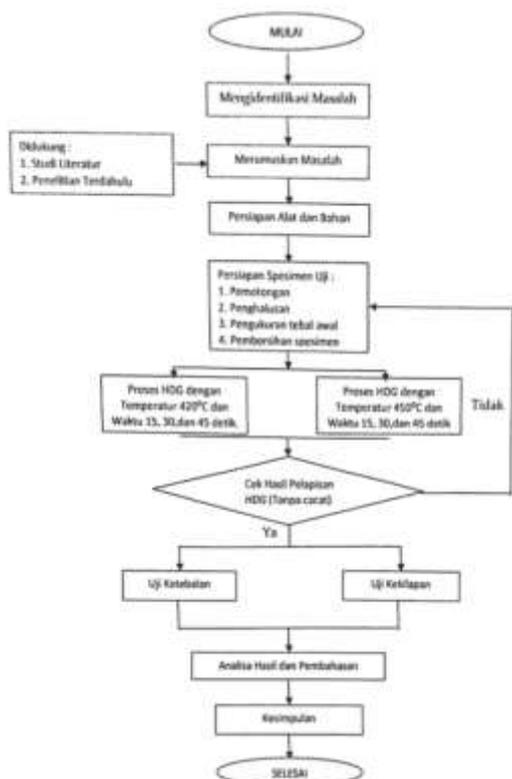
Variabel penelitian adalah suatu atribut atau sifat atau nilai dari orang, obyek atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk mempelajari variasi tertentu yang diterapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2013).

Pada penelitian ini menggunakan tiga variabel yaitu :

- Variabel Terikat
 - Nilai Ketebalan
 - Nilai Kekilapan
- Variabel Bebas
 - Variasi temperatur pencelupan sebesar 420°C dan 450°C.
 - Variasi waktu pencelupan selama 15, 30, dan 45detik.
- Variabel kontrol
 - Material yang digunakan yaitu baja St 41 bentuk plat dan silinder.
 - Pembersihan spesimen dengan HCl
 - Larutan *fluxing* dengan *zinc aluminium chloride*
 - Media *quenching* dengan air
 - *Zinc* pelapis dengan *zinc ingot*.

Rancangan Penelitian

Rancangan proses dari penelitian digambarkan dalam diagram alir guna memudahkan dalam proses pengumpulan data.



Gambar 5 Flowchart Proses Penelitian

Alat dan Bahan Penelitian

- Alat yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:
 - Gerinda Potong
 - Bor Duduk
 - Bak Galvaniz
 - Kawat besi
 - Penjepit
- Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:
 - Zinc Ingot kadar 99,88%
 - Baja St 41 Bentuk Plat dan Silinder
 - Larutan HCl
 - Larutan zinc aluminium chloride
 - Gas LPG
 - Air
 - Kertas Grit

Teknik Pengumpulan Data

Dari spesimen hasil eksperimen yang digunakan pada penelitian selanjutnya diambil nilai ketebalan dan kekilapannya dalam bentuk tabel dan digambarkan dalam bentuk diagram yang selanjutnya dibandingkan dengan bentuk grafik.

Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan metode analisis statistik inferensial kuantitatif dengan mengumpulkan data-data atau informasi dari setiap hasil perubahan yang terjadi melalui eksperimen secara langsung dan dapat ditarik kesimpulan. Dalam penelitian ini maka dapat dibangun suatu teori yang dapat berfungsi untuk menjelaskan,

meramalkan, dan mengontrol suatu gejala (Sugiono, 2014:55).

HASIL DAN PEMBAHASAN

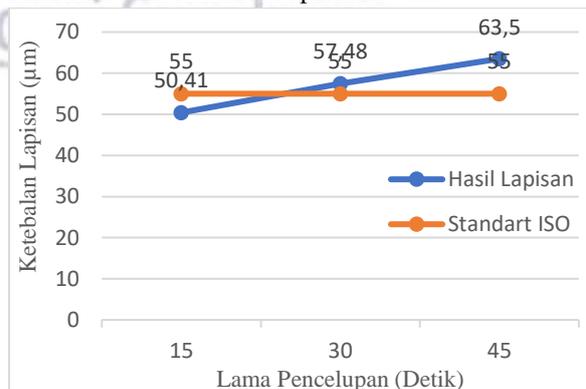
Uji Ketebalan

Pengujian ketebalan dilakukan di laboratorium Pengujian Bahan Universitas Negeri Surabaya menggunakan alat ukur *ultrasonic thickness gauge* dengan satuan *micro meter* (µm). Total spesimen yang di uji sebanyak 18 spesimen terdiri dari 9 spesimen bentuk plat dan 9 bentuk silinder. Pengujian ketebalan dilakukan sebanyak 3 titik di setiap spesimennya. Sensor diletakkan pada titik yang telah di tentukan untuk mengetahui hasil nilai kekilapannya, setelah itu hasil dari 3 titik yang telah di uji kemudian dirata-rata.

Tabel 1 Hasil Uji Ketebalan Spesimen Bentuk Plat dengan Temperatur 420 °C dan 450 °C

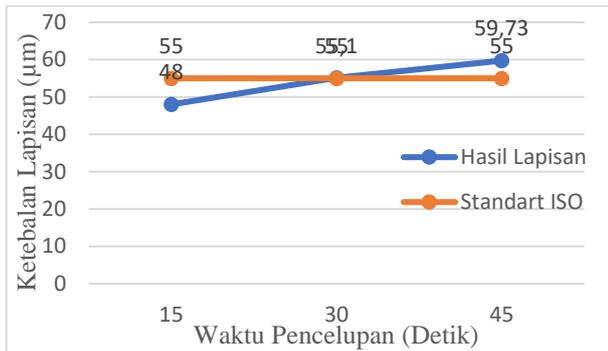
No Spesimen	Waktu Pencelupan (detik)	Temperatur (°C)	Ketebalan Lapisan (µm)			Rata-rata (µm)
			1	2	3	
A1	15	420 °C	41,9	50,7	58,4	50,33
A2			44,6	51,8	57,2	51,2
A3			38,9	52,0	58,2	49,7
A4		450 °C	39,3	48,4	55,4	47,7
A5			40,4	48,3	56,2	48,3
A6			40,1	48,1	55,8	48,0
B1	30	420 °C	42,8	58,75	68,4	56,65
B2			44,2	57,1	73,6	58,3
B3			42,7	60,3	69,5	57,5
B4		450 °C	43,1	56,7	66,4	55,4
B5			40,8	56,4	68,1	55,1
B6			42,1	56,3	66,0	54,8
C1	45	420 °C	44,0	68,9	75,2	62,7
C2			46,9	70	73,9	63,6
C3			46,5	70,4	75,7	64,2
C4		450 °C	40,9	66,4	70,9	59,4
C5			42,3	63,9	74,1	60,1
C6			41,1	65,4	72,6	59,7

Dari tabel 1 diatas kemudian diolah menjadi sebuah grafik perbandingan antara hasil eksperimen dengan standar ISO 1461 : 2009 seperti berikut.



Gambar 6 Grafik Perbandingan Nilai Ketebalan Pada Temperatur 420 °C dengan Standar ISO 1461 : 2009.

Hasil rata-rata nilai ketebalan lapisan bentuk plat dengan temperatur 420 °C waktu pencelupan 15, 30, dan 45 detik sebesar 50,41 µm, 57,48 µm, dan 63,5 µm.



Gambar 7 Grafik Perbandingan Nilai Ketebalan pada Temperatur 450 °C dengan Standar ISO 1461 : 2009.

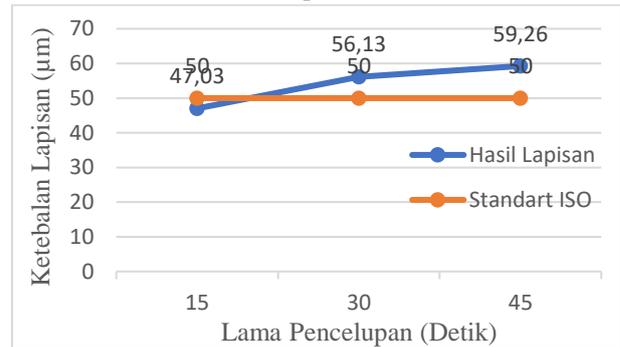
Untuk hasil rata-rata nilai ketebalan dengan temperatur 450 °C waktu pencelupan 15, 30, dan 45 detik sebesar 48 µm, 55,1 µm, dan 59,73.

Gambar 6 dan 7 adalah nilai rata-rata 3 spesimen dari setiap variabelnya, grafik tersebut menunjukkan bahwa semakin lama waktu pencelupan maka semakin tinggi nilai ketebalan yang dihasilkan. Nilai ketebalan tertinggi pada spesimen plat terdapat pada variasi temperatur 420°C dan waktu pencelupan 45 detik sebesar 63,6 µm. Hasil dari penelitian yang mencapai standar minimum ketebalan ISO 1461 : 2009 adalah spesimen dengan variasi temperatur 420°C dan 450°C serta waktu pencelupan 30 dan 45 detik.

Tabel 2 Hasil Uji Ketebalan Spesimen Bentuk Silinder dengan Temperatur 420 °C dan 450 °C

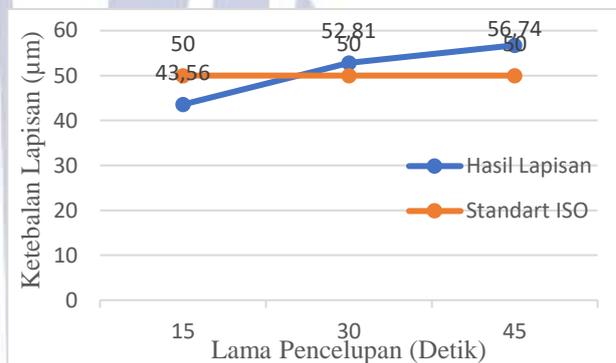
No Spesimen	Waktu Pencelupan (detik)	Temperatur (°C)	Ketebalan Lapisan (µm)			Rata-rata (µm)
			1	2	3	
A1	15	420 °C	43,5	45,7	49,7	46,3
A2			45,3	46,1	49,3	46,9
A3			42,9	49,1	51,8	47,9
A4		450 °C	40,5	43,7	46,6	43,6
A5			40,3	42,0	46,1	42,8
A6			41,4	43,2	48,3	44,3
B1	30	420 °C	53,2	56,9	59,8	56,63
B2			52,8	55,8	58,3	55,63
B3			53,8	55,9	58,7	56,13
B4		450 °C	50,3	52,8	55,4	52,83
B5			49,7	52,3	54,9	52,3
B6			49,3	53,9	56,8	53,3
C1	45	420 °C	55,3	59,6	63,0	59,3
C2			56,9	60,0	62,5	59,8
C3			53,4	58,8	63,9	58,7
C4		450 °C	54,3	56,9	59,1	56,76
C5			53,9	56,3	58,7	56,3
C6			55,2	57,1	59,2	57,16

Dari tabel 2 diatas kemudian diolah menjadi sebuah grafik perbandingan antara hasil eksperimen dengan standar ISO 1461 : 2009 seperti berikut.



Gambar 8 Grafik Perbandingan Nilai Ketebalan pada Temperatur 420 °C dengan Standar ISO 1461 : 1999.

Hasil rata-rata nilai ketebalan bentuk silinder dengan temperatur 420 °C dan waktu pencelupan 15, 30, dan 45 detik sebesar 47,03 µm, 56,13 µm, dan 59,26 µm.



Gambar 9 Grafik Perbandingan Nilai Ketebalan pada Temperatur 450 °C dengan Standar ISO 1461 : 1999.

Hasil rata-rata nilai ketebalan pada spesimen silinder dengan temperatur 450 °C waktu pencelupan 15, 30, dan 45 detik sebesar 43,56 µm, 52,81 µm, dan 56,74 µm.

Gambar 8 dan 9 adalah nilai rata-rata 3 spesimen dari setiap variabelnya, grafik tersebut menunjukkan bahwa semakin lama waktu pencelupan maka semakin tinggi nilai ketebalan yang dihasilkan. Nilai ketebalan tertinggi pada spesimen silinder terdapat pada variasi temperatur 420°C dan waktu pencelupan 45 detik sebesar 59,8 µm. Hasil dari penelitian yang mencapai standar minimum ketebalan ISO 1461 : 2009 adalah spesimen dengan variasi temperatur 420°C dan 450°C serta waktu pencelupan 30 dan 45 detik.

Uji Kekilapan

Pengujian kekilapan dilakukan di laboratorium Pengujian Bahan Universitas Negeri Surabaya menggunakan alat ukur *Gloss meter* dengan satuan Gloss Unit (GU). Total spesimen yang di uji sebanyak 18 spesimen terdiri dari 9 spesimen bentuk plat dan 9 bentuk silinder. Pengujian kekilapan dilakukan sebanyak 3 titik di setiap spesimennya. Sensor diletakkan pada titik yang telah di tentukan untuk mengetahui hasil nilai kekilapannya,

setelah itu hasil dari 3 titik yang telah di uji kemudian dirata-rata.



Gambar 10 Spesimen Bentuk Plat



Gambar 11 Spesimen Bentuk Silinder

Tabel 3 Hasil Uji Kekilapan Spesimen Bentuk Plat dengan Temperatur 420 °C dan 450 °C

No Spesimen.	Waktu Pencelupan (detik)	Temperatur (°C)	Kekilapan Lapisan (GU)			Rata-rata (GU)
			Titik			
			1	2	3	
A1	15	420 °C	14,7	15,3	16,2	15,4
A2			15,8	14,9	16,5	15,7
A3			15,3	16,7	16,9	16,3
A4		450 °C	16,7	18,3	19,2	18,1
A5			18,2	19,4	18,2	18,6
A6			16,6	18,9	17,1	17,5
B1	30	420 °C	18,8	19,4	22	20,1
B2			21,1	19,2	21,1	20,5
B3			19,5	20,4	22,3	20,7
B4		450 °C	21,3	22,1	22,6	22
B5			19,5	21,9	22,8	21,4
B6			20,1	21,9	21,6	21,2
C1	45	420 °C	20,9	22,5	22,8	22,1
C2			22,3	23,7	23,5	23,2
C3			23,4	22,1	24,1	23,2
C4		450 °C	23,2	24,6	25,1	24,3
C5			22,7	24,4	24,9	24
C6			22,5	23,6	23,8	23,3

Tabel uji kekilapan lapisan di atas adalah nilai kekilapan lapisan dari 18 spesimen bentuk plat, dan menunjukkan bahwa semakin lama waktu pencelupan maka semakin besar nilai kekilapan lapisan yang diperoleh. Menurut data hasil pengujian pada tabel 3 nilai kekilapan tertinggi diperoleh pada spesimen uji nomor C4 yang dilakukan proses *hot dip galvanizing* pada temperatur pencelupan 450°C dan waktu pelapisan 45 detik dengan nilai kekilapan sebesar 24,3 GU. Sedangkan nilai kekilapan terendah diperoleh pada spesimen uji nomor A1 pada

temperatur lapisan 420°C dan waktu pelapisan 15 detik dengan nilai kekilapan sebesar 15,4 GU. Semua spesimen hasil penelitian ini tergolong dalam kategori kekilapan tingkat sedang.

Tabel 4 Hasil Uji Kekilapan Spesimen Bentuk Silinder dengan Temperatur 420 °C dan 450 °C

No Spesimen	Waktu Pencelupan (detik)	Temperatur (°C)	Kekilapan Lapisan (GU)			Rata-rata (GU)
			Titik			
			1	2	3	
A1	15	420 °C	12,1	12,5	13,3	12,6
A2			14,6	13,2	14,9	14,2
A3			14,2	13,8	12,3	13,4
A4		450 °C	12,3	12,7	15,8	13,6
A5			14,8	15,9	13,4	14,7
A6			16,6	12,7	12,5	13,9
B1	30	420 °C	18,1	19,5	18,3	18,6
B2			17,6	19,7	16,9	18,1
B3			20,2	17,4	18,3	18,6
B4		450 °C	19,2	20,1	19,1	19,5
B5			17,9	18,8	17,5	18,1
B6			19,1	18,7	20,1	19,3
C1	45	420 °C	18,3	18,9	21,7	19,6
C2			17,8	19,2	21,2	19,4
C3			18,9	18,2	19,8	18,9
C4		450 °C	19,2	20,8	20,2	20,1
C5			19,2	20,4	21,6	20,4
C6			18,9	19,4	19,9	19,4

Tabel uji kekilapan lapisan di atas adalah nilai kekilapan lapisan dari 18 spesimen bentuk silinder, dan menunjukkan bahwa semakin lama waktu pencelupan maka semakin besar nilai kekilapan lapisan yang diperoleh. Menurut data hasil pengujian pada tabel 4 nilai kekilapan tertinggi diperoleh pada spesimen uji nomor C5 yang dilakukan proses *hot dip galvanizing* pada temperatur pencelupan 450°C dan waktu pelapisan 45 detik dengan nilai kekilapan sebesar 20,4 GU. Sedangkan nilai kekilapan terendah diperoleh pada spesimen uji nomor A1 pada temperatur lapisan 420°C dan waktu pelapisan 15 detik dengan nilai kekilapan sebesar 12,6 GU. Semua spesimen hasil penelitian ini tergolong dalam kategori kekilapan tingkat sedang.

Analisa Ketebalan

Teradapat beberapa hal yang dapat mempengaruhi nilai ketebalan lapisan pada proses *Hot Dip Galvanizing* yang telah di lakukan, diantaranya adalah dipengaruhi oleh variabel temperatur dan waktu pencelupan. Temperatur dapat mempengaruhi ketebalan lapisan karena pemanasan yang di lakukan kepada *zinc* yang telah mencair menyebabkan molekul – molekulnya memperoleh energi untuk bergerak sehingga gaya interaksi antar molekul

melemah, dengan demikian viskositas cairan akan turun dengan kenaikan temperatur. Waktu pencelupan juga salah satu variable yang dapat mempengaruhi nilai ketebalan lapisan, dimana semakin lama waktu pencelupan yang diberikan maka ketebalan lapisan yang di hasilkan akan bertambah.

Temperatur dan waktu pencelupan telah terbukti berpengaruh terhadap ketebalan lapisan, hal itu dapat dilihat dari hasil dari penelitian ini dimana nilai ketebalan lapisan dari variasi waktu 15, 30, dan 45 detik selalu meningkat, dan spesimen dengan pencelupan temperatur 420°C memiliki nilai ketebalan lebih tinggi dibandingkan dengan spesimen dengan pencelupan temperatur 450°C. Jika dibandingkan dari hasil ketebalan lapisan antara spesimen bentuk plat dan spesimen bentuk silinder, spesimen plat memiliki hasil ketebalan lebih tinggi daripada bentuk silinder hal itu di karenakan luas permukaan spesimen bentuk plat lebih kecil dan arah seratnya melintang dengan arah pengangkatan proses pencelupannya.

Analisa Kekilapan

Hal yang dapat mempengaruhi nilai kekilapan lapisan pada proses pelapisan *Hot Dip Galvanizing* adalah temperatur dan waktu pencelupan. Kenaikan temperatur menyebabkan pengkristalan zat terlarut yang lebih, daya larutnya akan semakin bertambah dan terjadi penguraian ion logam, sehingga dapat meningkatkan tingkat kekilapan cairan *zinc* tersebut saat melapisi logam sebelumnya. Lama pencelupan juga dapat berpengaruh terhadap kekilapan lapisan karena dapat membantu dalam penguraian ion logam. Hal ini juga telah di jelaskan pada bab sebelumnya bahwa pada proses pencelupan yang mempengaruhi kekilapan terdapat pada fasa eta dimana kadar Fe yang terlarut maksimal hanya 0,002%. Semakin lama waktu pencelupan maka akan semakin banyak ion logam yang terurai, dan akan berpengaruh pada kekilapan yang di berikan.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka diapat disimpulkan sebagai berikut:

- Tempertur dan waktu pencelupan pada proses *Hot Dip Galvanizing* dapat berengaruh terhadap ketebalan lapisan dan kekilapan permukaan, dimana nilai ketebalan lapisan tertinggi terdapat di spesimen bentuk plat dengan suhu 420°C dan waktu pencelupan selama 45 detik sebesar 64,2 μm . Sedangkan nilai tertinggi spesimen uji bentuk silinder dengan suhu 420 °C dan waktu pencelupan selama 45 detik sebesar 59,8 μm . Dapat di artikan semakin lama waktu pencelupan yang diberikan maka semakin tinggi nilai ketebalan lapisannya.
- Nilai kekilapan lapisan yang tertinggi pada spesimen uji bentuk plat berada pada suhu 450 °C dan waktu pencelupan 45 detik sebesar 24,3 GU.

Sedangkan untuk spesimen uji bentuk silinder nilai tertinggi sebesar 20,4 GU dengan suhu 450 °C dan waktu pencelupan 45 detik. Dapat di artikan semakin tinggi tempertur dan semkin lama waktu pencelupan yang diberikan maka semakin tinggi nilai kekilapan lapisannya.

- Kombinasi variasi waktu dan temperatur yang paling efisien adalah spesimen yang dapat memenuhi batas ketebalan minimum standart ISO 1461 : 2009 dan berada di titik kekilapan tertinggi sesuai standard DIN EN ISO 2813 yaitu spesimen dengan variasi temperatur 420°C dan 450°C serta variasi waktu pencelupan 30 dan 45 detik.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian maka diberikan saran sebagai berikut:

- Diharapkan lebih banyak lagi variasi media untuk menentukan hasil mana yang terbaik dalam proses *hot dip galvanizing* untuk menambah referensi keilmuan tentang *hot dip galvanizing*.
- Diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat meneliti pengaruh media *quenching* dan teknik pengangkatan pada pelapisan *hot dip galvanizing* terhadap besar nilai deviasi yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, Fikrul Akbar, Putu Hadi Setyarini, dan Femiana Gapsari MF. 2012. *Pengaruh kekasaran permukaan terhadap ketebalan lapisan hasil Hot Dipped Galvanizing (HDG)*. Malang: Universitas Brawijaya, Jurnal Rekayasa Mesin Vol 3, Nomor 2.
- Anonimous. 2002. *Desain Manual Hot Dip Galvanizing*. Jakarta: Asosiasi Galvanizing Indonesia (AGI)
- Desmukh. B. D dan A. P. Patil. 2012. *Optimization of Exposure Tme for Hot Dip Galvanizing and Study of Preflux Bath Additivies on The Microstructure of Galvanized Steel. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*. Volume 2. Nomor 7
- Gapsari, Femiana M. F, Putu Hadi Setyarini dan Fikrul Akbar Alamsyah. 2012. *Pengaruh Kekasaran Permukaan Terhadap Porositas Hasil Hot Dip Galvanizing (HDG)*. Jurnal Rekayasa Mesin. Volume 3. Nomor 1: 283-292 .
- Rahman, La Ode Arif, Muhammad Hasbi dan Aminur. 2016. *Analisa Laju Korosi Pada Baja Karbon Rendah Yang Dilapisi Seng Dengan Metode Hot Dip Galvanizing*. Universitas Halu Oleo
- Sugiono. 2014. *Metode Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Trenggono, Adhitya. 2016. *Pengaruh waktu dan media quenching pada metode hot dipped galvanizing terhadap kualitas produk lapisan, struktur mikro, dan sifat kekerasan baja karbon ren*

- United States Geological Survey (USGS). 2018. Perkembangan Produksi Baja Kasar Dunia tahun 2010-2017.
- Yulianto, Sulis dan Irvan Aryawidura. 2012. pengaruh waktu tahan *hot dipped Galvanizing* terhadap sifat mekanik, tebal lapisan, dan struktur mikro baja rendah. Jakarta: Universitas Muhammadiyah Jakarta.

