

ANALISIS PENGARUH VARIASI TEMPERATUR TERHADAP KETEBALAN dan KEKERASAN LAPISAN ZINC pada PROSES HOT DIP GALVANIZED BAJA ST 41

Muhammad Waffiq Azizi¹, Unung Lesmanah², Mochammad Basjir³

[1], [2], [3] Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Islam Malang
JL. M.T. Haryono. 193 Malang 65144, Jawa Timur
Waffiqazizi18@gmail.com^[1]
ununglesmanah@gmail.com^[2]
m.basjir@unisma.ac.id^[3]

ABSTRAK

Pelapisan pada material logam adalah salah satu proses untuk mencegah terjadinya interaksi antara logam dengan lingkungan maka perlu dilakukan pelapisan untuk meningkatkan daya tarik, karena logam setelah dilapisi terlihat lebih indah, berkilau, selain itu juga untuk mencapai keawetan yang meningkatkan umur material dari terjadinya interaksi dengan lingkungan. Pada penelitian ini menggunakan logam baja ST 41, dimana baja ST-41 termasuk jenis baja karbon rendah yang memiliki kekerasan yang rendah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perubahan suhu terhadap ketebalan dan kekerasan lapisan seng selama proses hot dip galvanizing.

Pada penelitian ini digunakan metode pelapisan hot-dip galvanized menggunakan logam pelapis zinc. Suhu temperatur pelapisan 600°C, 700°C, 800°C, dengan lama pencelupan tetap 5 menit. Didapatkan hasil pengujian ketebalan menggunakan *coating thickness gauge*, nilai ketebalan tertinggi didapat pada temperatur pelapisan 800°C yaitu sebesar 169,0 μm . Sedangkan nilai ketebalan terendah didapatkan pada temperatur pelapisan 600°C yaitu sebesar 133,3 μm . Sedangkan hasil uji kekerasan menggunakan alat uji kekerasan *rockwell* didapatkan nilai kekerasan tertinggi didapatkan pada temperatur pelapisan 800°C yaitu sebesar 117,2 HRF. Sedangkan nilai kekerasan terendah diperoleh pada temperatur pelapisan 600°C yaitu 93,2 HRF. Kesimpulan pada penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu lapisan, semakin besar ketebalan dan kekerasan semakin tinggi.

Kata kunci: Baja ST-41, *Hot Dip Galvanizing*, temperatur pelapisan, uji ketebalan, uji kekerasan

ABSTRACT

Coating metal materials is one of the processes to prevent the interaction between metal and the environment. It is necessary to apply a coating to increase its attractiveness, because the metal, after being coated, looks more beautiful and shiny, but also to achieve durability, which increases the life of the material from interactions with the environment. . In this research, ST 41 steel is used, where ST-41 is low carbon steel with low hardness. This study aimed to determine the effect of temperature changes on the thickness and hardness of the zinc layer during the hot-dip galvanizing process

This study used the hot-dip galvanized coating method using zinc coating metal. The coating temperature is 600°C, 700°C, and 800°C, with a fixed immersion time of 5 minutes. The thickness test results were obtained using a coating thickness gauge, and the highest thickness value was obtained at a coating temperature of 800°C, which was 169.0 m. The lowest thickness value was obtained at a coating temperature of 600°C, which was 133.3 m. While the hardness test results used the Rockwell hardness tester, the highest hardness value was obtained at a coating temperature of 800°C, which was 117.2 HRF. Meanwhile, the lowest hardness value was obtained at a coating temperature of 600°C, 93.2 HRF. The conclusion of this study shows that the higher the coating temperature, the greater the thickness and the higher the hardness.

Keywords : ST-41 steel, Hot Dip Galvanizing, coating temperature, thickness test, hardness test

1. PENDAHULUAN

Pada saat ini, peran penting baja dalam masyarakat sangat diperlukan. Hal ini terlihat dari maraknya penggunaan elemen logam dan baja pada berbagai bangunan tempat tinggal dan bangunan industri besar. Baja adalah bahan yang digunakan dalam dunia industri untuk *equipment* atau untuk sebagai konstruksi. Baja dibagi menjadi dua bagian, yaitu baja karbon dan baja paduan. Baja karbon juga mengandung unsur-unsur lain seperti mangan, silikon, nitrogen, belerang, oksigen dan lain-lain. Meskipun unsur tersebut tidak berpengaruh pada sifat-sifatnya, biasanya unsur tersebut dihilangkan dalam jumlah yang sangat kecil[1]. Spesifikasi Baja ST 41 Karbon adalah logam paduan dengan unsur dasar besi dan mengandung beberapa unsur lain termasuk karbon. Kandungan karbon unsur baja adalah dari 0,20%, tergantung pada grade. Unsur lain dalam baja adalah karbon, mangan, fosfor, dan belerang. Baja dapat meningkatkan kekerasan dan kekuatan tarik, sedangkan baja menjadi rapuh dan mengurangi keuletan. Baja ST 41 memiliki kekerasan 64 HRC. Baja ST 41 umumnya digunakan untuk membangun jembatan, gedung, dan jaringan pipa[2].

Ketebalan merupakan persyaratan penting untuk lapisan *hot dip galvanizing*, melihat kemungkinan akan terjadi interaksi antara logam dengan lingkungan maka perlu dilakukan pelapisan dengan hasil ketebalan lapisan yang optimal untuk meningkatkan daya tarik, karena logam setelah proses pelapisan terlihat lebih indah, Lebih berkilau, selain itu juga untuk mencapai keawetan yang meningkatkan umur material dari terjadinya interaksi dengan lingkungan, sehingga ketebalan menjadi salah satu pengujian yang harus dilakukan. Ketebalan hasil pelapisan akan dipengaruhi oleh waktu pelapisan dan temperatur Selama proses *hot dip galvanizing*.

Kekerasan (*hardness*) merupakan sifat mekanik dari suatu material. Khusus material yang mengalami deformasi plastis saat digunakan, perlu diketahui kekerasan material tersebut. Deformasi plastis adalah keadaan suatu material yang dapat kembali ke bentuk semula. Secara sederhana didefinisikan sebagai kemampuan suatu material untuk menahan beban intrusif. Berbagai upaya untuk meningkatkan kekerasan baja ST-41 yaitu dengan *heat treatment*[2].

Galvanisasi adalah suatu proses pelapisan dimana suatu lapisan logam dipanaskan sampai cair, setelah itu logam yang dilapisi atau biasa disebut logam dasar direndam dalam bak galvanis yang sudah mengandung seng panas, dilebur, dibiarkan waktu yang singkat logam yang akan dilapisi sebagai paduan antara logam berlapis seng dan logam dasar sebagai ikatan metalurgi yang kuat[3]. Dari uraian yang ada diatas, maka dilakukan penelitian untuk mengetahui

pengaruh perubahan suhu terhadap ketebalan dan kekerasan lapisan galvanis pada proses galvanisasi baja ST-41.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan metodologi eksperimen, dimana metodologi penelitian eksperimen metode penelitian yang digunakan untuk mencari *treatment* (perlakuan) tertentu[4].

Langkah Penelitian

Langkah awal kegiatan yang berkenaan dengan metode pengumpulan data pustaka, membaca dan mencatat, serta mengelolah bahan penelitian untuk kelancaran selama penelitian berlangsung, selanjutnya mempersiapkan alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian guna dapat menunjang selama penelitian dan mengukur benda uji kemudian dipotong sesuai ukuran yang ditetapkan.

Sebelum dilakukanya proses pelapisan *hot dip galvanizing* benda uji di bersihkan secara fisik dan kimiawi, pembersihan secara fisik dilakukan dengan mengamplas benda uji menggunakan gerinda amplas sampai terlihat rata dan bersih, dan pembersihan secara kimiawi benda uji di bersikan menggunakan larutan NaOH, HCL, CH₃COOH, proses pembersihan ini untuk membersihkan kotoran, minyak, dan kotoran padat dari permukaan sampel.

Selanjutnya dilakukanya pelapisan *hot dip galvanizing* dimana benda uji dicelupkan ke dalam larutan Zn (seng), hasil pelapisan ini dipengaruhi oleh temperatur cairan Zn dan lamanya pencelupan, pada penelitian ini menggunakan temperatur 600°C, 700°C, 800°C, dan lama pencelupan tetap 5 menit.

Setelah pembuatan benda uji yang dilapisi dengan proses *hot dip galvanizing* maka akan dicek terlebih dahulu untuk mengetahui apakah mengalami kegagalan dalam proses pelapisan tersebut, jika ya, objek uji akan diulang lagi saat membuat prototipe.

Kemudian dilakukanya uji ketebalan lapisan dan kekerasan, pengujian ketebalan lapisan menggunakan *coating thickness gauge*, dimana penggunaanya cukup tempelkan alat *coating thickness gauge* pada benda uji yang dilapisi, nilai hasil ketebalan lapisan akan terlihat pada layar display.

Pengujian kekerasan pada penelitian ini menggunakan durometer Rockwell, pada pengujian Rockwell hanya berdasarkan kedalaman aksen dan bukan daerah hasil, semakin keras benda uji maka semakin kecil kedalaman penekanannya. Nilai kekerasan spesimen dapat dibaca pada skala yang terdapat pada alat uji, kemudian dikoreksi untuk menentukan skala kekerasan spesimen, tanpa perlu perhitungan. [5].

Setelah pengujian ketebalan lapisan dan kekerasan sudah selesai maka proses pengambilan data dan hasil

penelitian diambil, kemudian proses pengolahan data dan analisa data untuk mencari solusi dari hasil penelitian bertujuan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan hasil penelitian, pada penelitian ini menggunakan analisa data uji F Anova satu arah.

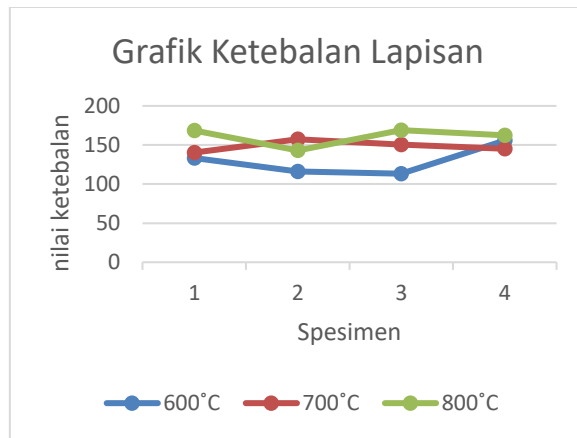
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji Ketebalan Lapisan

Tabel 1. Nilai Uji Ketebalan Lapisan

No	temperatur	Uji ketebalan μm			Rata-rata
		Titik 1	Titik 2	Titik 3	
1.	600°C	124 μm	127 μm	149 μm	133,3 μm
2.	600°C	109 μm	118 μm	122 μm	116,3 μm
3.	600°C	102 μm	118 μm	120 μm	113,3 μm
4.	600°C	193 μm	124 μm	150 μm	155,7 μm
5.	700°C	127 μm	132 μm	162 μm	140,3 μm
6.	700°C	170 μm	121 μm	181 μm	157,3 μm
7.	700°C	138 μm	151 μm	162 μm	150,3 μm
8.	700°C	169 μm	140 μm	127 μm	145,3 μm
9.	800°C	157 μm	177 μm	172 μm	168,7 μm
10.	800°C	144 μm	135 μm	150 μm	143,0 μm
11.	800°C	162 μm	177 μm	168 μm	169,0 μm
12.	800°C	172 μm	156 μm	159 μm	162,3 μm

Sumber: hasil pengolahan data



Grafik1. Ketebalan Lapisan

Sumber: hasil pengolahan data

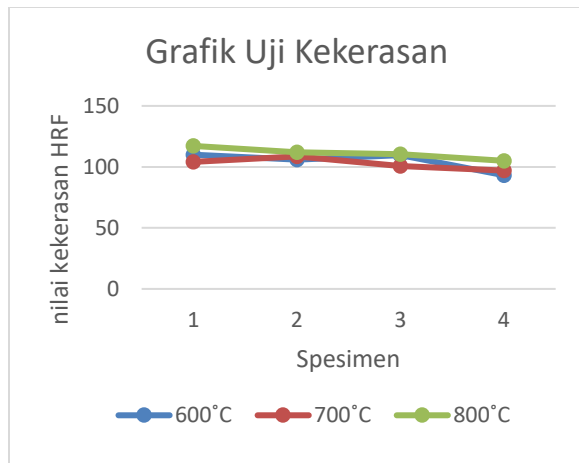
Berdasarkan grafik 1. dan tabel 1. data tersebut menunjukkan hasil nilai ketebalan tertinggi pada temperatur pelapisan 800°C yaitu sebesar 169 μm dan nilai terendah pada temperatur 600°C yaitu sebesar 113,3 μm , menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu pelapisan, semakin tebal produk yang diperoleh, karena semakin tinggi suhu pelapisan maka bahan pelapis seng tereduksi dan menempel ke permukaan baja ST-41.

Hasil uji Kekerasan

Tabel 2. Hasil Uji Kekerasan

No	temperatur	Uji kekerasan (HRF)					Rata-rata
		1	2	3	4	5	
1.	600°C	107	103	112	114	114	110
2.	600°C	109	105	108	103	105	106
3.	600°C	103	108	115	114	108	109,6
4.	600°C	93	96	95	92	90	93,2
1.	700°C	105	106	105	106	99	104,2
2.	700°C	101	110	112	109	111	108,6
3.	700°C	113	97	98	98	98	100,8
4.	700°C	97	98	95	97	98	97
1.	800°C	108	117	120	118	123	117,2
2.	800°C	112	109	110	111	118	112
3.	800°C	110	108	112	106	116	110,4
4.	800°C	109	104	101	107	104	105

Sumber: hasil pengolahan data



Grafik 2. Uji Kkerasan
Sumber: hasil pengolahan data

Berdasarkan grafik 2. dan tabel 2. data tersebut menunjukkan hasil kekerasan tertinggi pada temperatur pelapisan 800°C yaitu 117,2 HRF, dan nilai terendah pada 600°C yaitu 93,2 HRF, menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu pelapisan, semakin tinggi nilai kekerasannya, karena semakin tinggi suhunya dan pendinginanya cepat maka terbentuk struktur martensit kasar yang memiliki sifat getas dan keras.

Rumus Statistik

• Uji T

$$T = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\left[\frac{(n_1 - 1)s_{1,2} + (n_2 - 1)s_{2,2}}{n_1 + n_2 - 2} \right] \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}}$$

(subagyo, 1993)

Keterangan :

X_1 = Rata-rata Sampel 1

X_2 = Rata-rata Sampel 2

n_1 = Banyak sampel data 1

n_2 = Banyak sampel data 2

S_1 = Varian Sampel 1

S_2 = Varian Sampel 2

• Statistik Uji Anova Satu Arah

1. Variance Between Means

$$S^2 \bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^k (X_j - \bar{X})^2}{k - 1}$$

(subagyo, 1993)

2. Variance Between Group

$$S^2 \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k (\bar{X}_{ij} - \bar{X}_j)^2}{k(n - 1)}$$

(subagyo, 1993)

TABEL 3. Nilai Hasil Uji F Ketebalan Lapisan
Anova Satu Arah

	Df	Mean Square	F_{hitung}	Sig	F_{table}
Between Groups	2	2950,8	7,56	,05	3,40
Whitin Groups	33	389,86			
Total	35				

[6]

Analisa nilai hasil uji f ketebalan lapisan anova satu arah tabel 3.

Hasil $F_{hitung} > F_{table} = 7,56 > 3,40$ maka H_0 ditolak sehingga terdapat perbedaan yang signifikan variasi temperatur pelapisan terhadap ketebalan lapisan baja ST-41.

Tabel 4. Nilai Hasil Uji F Kekerasan Anova Satu Arah

	Df	Mean Square	F_{hitung}	Sig	F_{table}
Between Groups	2	393,4	9	,05	3,16
Whitin Groups	57	43,70			
Total	59				

[6]

Analisa nilai hasil uji f kekerasan anova satu arah tabel 4.

Hasil $F_{hitung} > F_{table} = 9 > 3,16$ maka H_0 ditolak sehingga terdapat perbedaan kekerasan pada lapisan zinc baja ST-41.

4. KESIMPULAN

Semakin tinggi suhu pelapisan, semakin tebal produk yang terbentuk hal ini dikarenakan semakin tinggi tinggi temperatur pelapisan maka bahan pelapis seng tereduksi dan menempel ke permukaan baja ST-41. hasil nilai ketebalan tertinggi pada tem

peratur pelapisan 800°C yaitu sebesar 169 μm dan nilai terendah pada temperatur 600°C yaitu sebesar 113,3 μm . semakin tinggi temperatur pelapisan maka semakin besar nilai kekerasannya, hal ini dikarenakan semakin tinggi temperatur dan pendinginanya cepat maka terbentuk struktur

martensit kasar yang memiliki sifat getas dan keras. hasil nilai kekerasan tertinggi pada temperatur pelapisan 800°C yaitu 117,2 HRF, dan nilai terendah pada 600°C yaitu 93,2 HRF.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Bayar, “sifat mekanis baja dan macam-macam korosi,” 2018.
- [2] Y. B. Soemari *et al.*, “ANALISA MATA PISAU PENCACAH LIMBAH ORGANIK DENGAN MENGGUNAKAN BAHAN BAJA ST 41 SKRIPSI,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 2, no. 1, pp. 5–7, 2020, [Online]. Available: <http://jurnal.globalhealthsciencegroup.com/index.php/JPPP/article/download/83/65%0Ahttp://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&from=export&id=L603546864%5Cnhttp://dx.doi.org/10.1155/2015/420723%0Ahttp://link.springer.com/10.1007/978-3-319-76>.
- [3] T. O. R, S. Sumardi, and D. Yoga, “Pengaruh Variasi Temperatur Pencelupan Terhadap,” *J. Rekayasa, Teknol. dan Sains*, vol. 1, 2017.
- [4] W. Syahfutra, S. Ramadhan, and Y. Akhyar, “Metodelogi Penelitian Pendidikan,” pp. 1–74, 2020.
- [5] M. Amadri, “BAB II Dasar Teori,” *Libr. Politek. Negeri Bandung*, vol. 1937, pp. 5–45, 2013, [Online]. Available: <http://digilib.polban.ac.id/files/disk1/96/jbptp-polban-%0Agdl-mochamadri-4787-3-bab2--8.pdf%0A>.
- [6] U. Lesmanah, E. Marsyahyo, and P. Vitasari, “Optimasi Sifat Mekanis Kekuatan Tarik Baja St 50 Dengan Perlakuan Gas Carburizing Variasi Holding Time Untuk Peningkatan Mutu Baja,” *J. Mek.*, vol. 4, no. 2, pp. 366–375, 2013.
- [7] subagyo. (1993). *STATISTIK INDUKTIF*. Yogyakarta: BPFE-YOGYAKARTA.