

# PENGARUH WAKTU TAHAN *HOT DIP GALVANIZED* TERHADAP SIFAT MEKANIK, TEBAL LAPISAN, DAN STRUKTUR MIKRO BAJA KARBON RENDAH

Sulis Yulianto,ST,MT<sup>1</sup>,Irvan Aryawidura<sup>2</sup>

Lecture<sup>1</sup>,College student<sup>2</sup>,Departement of machine, Faculty of Engineering, University Muhammadiyah Jakarta, Jalan Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta Pusat 10510, Tlp 021-4244016,4256024, email : [Sulis.Yulianto@yahoo.com](mailto:Sulis.Yulianto@yahoo.com)

## ABSTRAK

*Hot Dip Galvanis adalah suatu metode pelapisan (Coating) melalui proses pencelupan kedalam cairan atau lelehan seng (Zn) dengan tujuan untuk meningkatkan ketahanan terhadap korosi. Komponen Baut yang digunakan berbahan baja karbon rendah (Low Carbon Steel) A325. Temperatur yang digunakan pada proses Hot Dip Galvanis adalah 450°C dengan waktu pencelupan yang bervariasi yaitu 30,45 dan 60 detik. Proses hasil galvanisasi terbentuk lapisan fasa intermetalik Fe-Zn yang terbentuk pada permukaan ulir baut Fasa Eta ( $\eta$ ), Zeta ( $\zeta$ ), Delta ( $\delta$ ) dan Gamma ( $\Gamma$ ) yang terbentuk. pada saat waktu galvanisasi naik semakin lama waktu pencelupan, maka lapisan semakin tebal. Pada uji kekerasan kekerasan yang optimal pada waktu celup 60 detik yaitu 206.508 HVN. Kekerasan terendah pada waktu celup 30 detik yaitu 162.3 HVN.*

*Kata kunci: Galvanisasi, Baja karbon rendah, Fasa intermetalik Fe-Zn*

## 1.PENDAHULUAN

*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 temperatur 450 °C sehingga akan terbentuk ikatan metalurgi antara *zinc* cair dengan permukaan baja menghasilkan lapisan intermetalik paduan Fe – Zn. Dalam proses *galvanizing*, penambahan sejumlah kecil kandungan aluminium pada *zinc* sangatlah penting. Aluminium berfungsi untuk mengkilapkan permukaan lapisan, diusahakan pada komposisi 0,002 – 0,005 %. Jika kandungan aluminium kurang dari 0,002% akan menyebabkan warna permukaan material kusam, bahkan akan menjadi merah jika tidak ada kandungan aluminium. Penambahan sejumlah kecil aluminium pada *zinc bath* akan menghasilkan lapisan yang sangat tipis dan mengkilapkan tampilan warna dibanding *zinc bath* tanpa diberi kandungan aluminium. Aluminium ini adalah *inhibitor* yang dapat memperlambat laju reaksi *galvanizing*, sehingga lapisan *zinc* yang terbentuk sangat tipis, memiliki sifat ulet, serta sifat adhesi yang tinggi [[www.galvinfo.com](http://www.galvinfo.com)]. Pada baut yang telah dilakukan proses galvanis sering sekali ditemukan lapisan *zinc* tidak rata dan terlalu tebal, hal ini mengakibatkan mur sulit masuk ke baut pada proses perakitan antara baut dengan mur. Sehingga lapisan *zinc* yang tipis sangat diperlukan dalam aplikasi produk baut tersebut. Oleh

sebab itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mencari komposisi paduan aluminium yang tepat beserta waktu tahan dalam proses *galvanizing* pada produk *Hexbolt* (baut).

## 2. METODA EKSPERIMEN DAN FASILITAS YANG DIGUNAKAN

Proses *hot dip galvanizing* baja dilakukan menggunakan tungku *hot dip galvanizer* di PT. Galvanis Lazuardi Rukun Perkasa yang terletak di Kawasan Jababeka 1. Proses ini menggunakan temperatur antara 450 – 470 °C dengan berbagai variasi waktu pencelupan dan komposisi aluminium pada *zinc bath* sekitar 0.4 – 0.8 %. Sampel baut hasil pencelupan *hot dip galvanis* adalah sebagai berikut.



Gambar 2.1 Sampel Hasil Pencelupan *Hot Dip Galvanis*

Baut baja hasil pelapisan ini kemudian dilakukan berbagai pengamatan dan pengujian, seperti pengamatan visual, pengujian ketebalan lapisan, pengujian kekerasan mikro, dan pengamatan struktur mikro *hot dip galvanizing* didapatkan hasil sebagai berikut.

### 2.1. Hasil Pengujian Ketebalan Lapisan Coating

Alat yang digunakan untuk melakukan pengujian ketebalan lapisan coating menggunakan Elcometer Digital 456-England, didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 2. 1. Data Hasil Pengujian Ketebalan

No.	Waktu celup (sekon)	Ketebalan Lapisan (µm)	Rata-rata (µm)
1	30	63.6	58.16
		52.7	
		53.4	
		57.9	
		63.2	
2	45	70.3	80.78
		81.4	
		74.9	
		86.4	
		90.9	

3	60	92.2	104.24
		98	
		107	
		105	
		119	

Dari hasil uji ketebalan yang telah dilakukan sehingga didapatkan grafik untuk variasi waktu tahan *hot dipping* dengan ketebalan lapisan seperti pada Gambar 2.2 sebagai berikut



Gambar 2.2 Grafik Antara Ketebalan lapisan Hotdip dengan variasi Waktu tahan

### 2.1.1 Analisa Variasi Waktu Tahan Hot Dip Terhadap Ketebalan Lapisan

Berdasarkan Grafik di atas dapat diketahui bahwa dengan variasi waktu tahan pencelupan pada proses pelapisan *hot dipp galvanize*, yaitu: 30, 45 dan 60 detik maka di dapatkan hasil ketebalan rata-rata sebesar 58.16, 80.78 dan 104.24 µm. Ketebalan lapisan paling rendah didapat dengan menggunakan waktu tahan sebesar 30 detik yaitu 58.16 µm dan ketebalan paling tinggi didapat dengan menggunakan waktu tahan sebesar 60 detik yaitu 104.24 µm. Dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu tahan yang digunakan maka semakin tebal pula lapisan yang dihasilkan, hal ini dikarenakan semakin banyaknya pergerakan dan difusi atom Zn untuk membentuk lapisan layer di permukaan benda kerja, sehingga lapisan yang menempel bertambah tebal.

Tetapi perlu diperhatikan ketebalan lapisan optimum pada penggunaan baut yang telah di galvanis, artinya ketebalan lapisan yang tinggi belum tentu bagus pada aplikasi baut

dikarenakan lapisan yang sangat tebal akan menutupi ulir baut sehingga jika baut tidak bisa dimasukkan oleh nut (mur). Setelah di coba pada tiap-tiap baut hasil galvanis dengan ketebalan yang bervariasi maka baut yang rata-rata ketebalannya bisa dimasuki nut/mur adalah Sampel 2, dengan waktu tahan 45 menit.

## 2.2.HASIL PENGUJIAN KEKERASAN

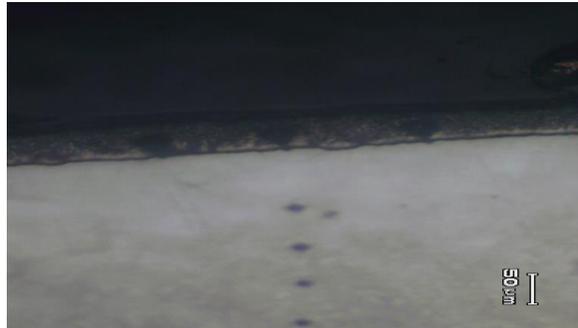
Untuk mengetahui seberapa keras lapisan yang dihasilkan proses *hot dipp* maka dilakukan pengujian kekerasan menggunakan metode hardness mikro vikfers, maka didapatkan hasil pengujian sebagai berikut.

Tabel 2.2 Data Hasil Pengujian Kekerasan Micro Vickers  
Tabel 2.2 Kekerasan

No. Uji	Jarak (µm)	Kekerasan (HVN)		
		Sample 1	Sample 2	Sample 3
1	50	47,09	57,95	60,96
2	50	46,82	57,95	60,96
3	50	44,79	57,95	60,96
4	200	210,2	200,6	256,8
5	275	210,2	200,6	270,9
6	350	210,2	231,0	270,9
7	425	231,0	231,0	270,9
8	525	231,0	231,0	270,9
9	625	231,0	231,0	270,9
10	725	231,0	231,0	270,9
Rata-rata		162.3	173.005	206.508



Gambar 2.3 Foto Hasil Jejakan Pengujian Hardness Sample 1

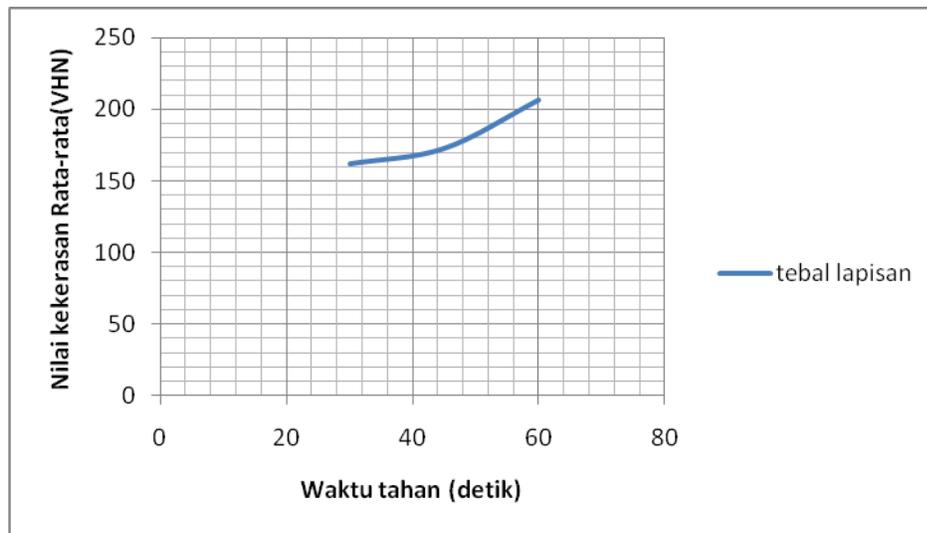


Gambar 2.4 Foto Hasil Jejakan Pengujian Hardness Sample 2



Gambar 2.5 Foto Hasil Jejakan Pengujian Hardness Sample 3

Dari hasil uji kekerasan yang telah dilakukan sehingga didapatkan grafik untuk variasi waktu tahan *hot dipping* dengan kekerasan lapisan seperti pada Gambar 2.6 sebagai berikut.



Gambar 2.6 Grafik Antara Variasi Waktu Tahan Proses Hotdip Terhadap Kekerasan

### 2.2.1 Analisa Variasi Waktu Tahan Hot Dipp Terhadap Kekerasan

Berdasarkan Grafik di atas dapat diketahui bahwa dengan variasi waktu tahan pencelupan pada proses pelapisan *hot dipp galvanize*, yaitu: 30, 45 dan 60 detik maka di dapatkan hasil kekerasan lapisan rata-rata sebesar 162.33, 170.005 dan 206.508 HVN. Kekerasan lapisan paling rendah didapat dengan menggunakan waktu tahan sebesar 30 detik yaitu 162.33 HVN dan kekerasan paling tinggi didapat dengan menggunakan waktu tahan sebesar 60 detik yaitu 206.508 VHN. Dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu tahan yang digunakan maka semakin keras pula lapisan yang dihasilkan, hal ini dikarenakan semakin banyaknya pergerakan dan difusi atom Zn untuk membentuk lapisan layer di permukaan benda kerja, sehingga lapisan yang menempel bertambah tebal. Semakin tebal lapisan berakibat pada semakin banyak fasa Zeta dan Gamma yang terbentuk, fasa Zeta dan Gamma diketahui memiliki sifat yang keras sehingga semakin tebal lapisan maka semakin keras pula lapisan baut.

### 2.3 HASIL PENGUJIAN STRUKTUR MIKRO

Setelah dilakukan analisa tampilan permukaan maka perlu dilakukan analisa struktur mikro dari lapisan gavanis tersebut dengan menggunakan Teknik Metalograf dengan pembesaran 30 dan 50  $\mu\text{m}$  sehingga dapat diketahui fasa-fasa yang terbentuk, dapat dilihat sebagai berikut.

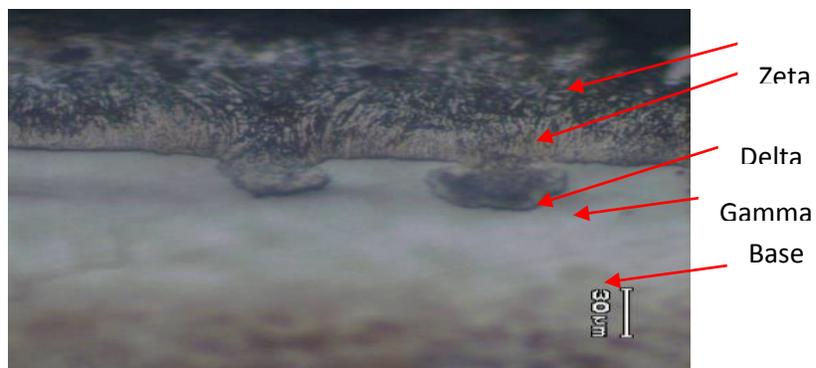
SAMPLE 1. Berikut ini merupakan foto struktur mikro sampel 1 yaitu menggunakan waktu tahan 30 detik proses hotdip Galvanize.



Gambar 2.7 Foto Struktur Mikro Lapisan Sampel 1

SAMPLE 2

Berikut ini merupakan foto struktur mikro sampel 2 yaitu menggunakan waktu tahan 45 detik proses Hotdip Galvanize.



Gambar 2.8 Foto Struktur Mikro Lapisan Sampel 2

SAMPLE 3

Berikut ini merupakan foto struktur mikro sampel 2 yaitu menggunakan waktu tahan 60 detik proses hotdip Galvanize .



### Gambar 2.9 Foto Struktur Mikro Lapisan Sampel 3

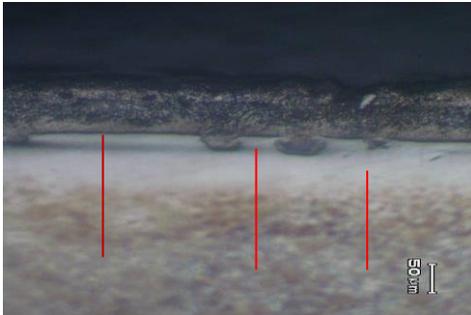
Dari Hasil Pengujian Metalograf juga dapat mengetahui ketebalan lapisan *Hotdip Galvanis* .

SAMPLE 1



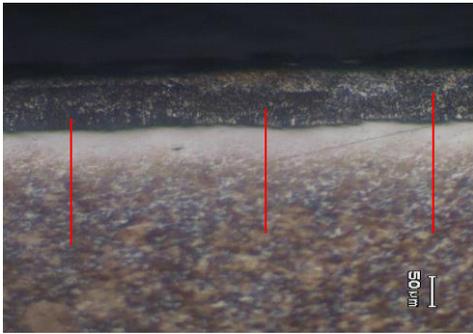
Gambar 2.10 Foto Struktur Mikro Lapisan Sampel 1

SAMPLE 2



Gambar 2.11 Foto Struktur Mikro Lapisan Sampel 2

SAMPEL 3



Gambar 2.12 Foto Struktur Mikro Lapisan Sampel 3

Dalam pengujian untuk mengetahui ketebalan lapisan dari proses *hot dipping* dengan waktu tahan 30,45 dan 60 detik diambil tiga garis yang mewakili dengan nilai rata-rata persampel,

Sample 1: 8.55mm ; sample 2 : 15.20mm ; sample 3: 17.38mm dengan menggunakan garis skala pada gambar yaitu:  $50\mu\text{m} = 7.60\text{mm}$

didapat tebal lapisan oksida sebesar :

Sample 1	:	8.55 / 7.60	x	$50\mu\text{m} = 56.25\mu\text{m}$
Sample 2	:	15.20 / 7.60	x	$50\mu\text{m} = 100\mu\text{m}$
Sample 3	:	17.38 / 7.60	x	$50\mu\text{m} = 114.38\mu\text{m}$

### 2.2.1. Analisa Struktur mikro Lapisan Hot Dip Galvanis

Setelah diketahui foto struktur mikro lapisan galvanis maka dapat dilihat fasa-fasa apa saja yang berkurang atau bertambah pada tiap-tiap variasi waktu tahan yang digunakan pada proses. Dikarenakan masing-masing fasa mempunyai sifat yang spesifik maka dapat diketahui kekerasan, keuletan atau ketangguhan tiap-tiap lapisan.

Pada foto struktur mikro Sampel 1 dapat dilihat, fasa eta yang bersifat lunak masih banyak menyebar di permukaan paling luar, fasa Zeta yang bersifat keras pun menyebar lebih banyak dari fasa Eta, fasa Delta yang bersifat ulet masih terlihat ada pada foto dan fasa Gamma yang bersifat keras akan selalu ada menempel pada material dasar. Sehingga kekerasan lapisan galvanis yang dihasilkan sebesar 162,33 HVN.

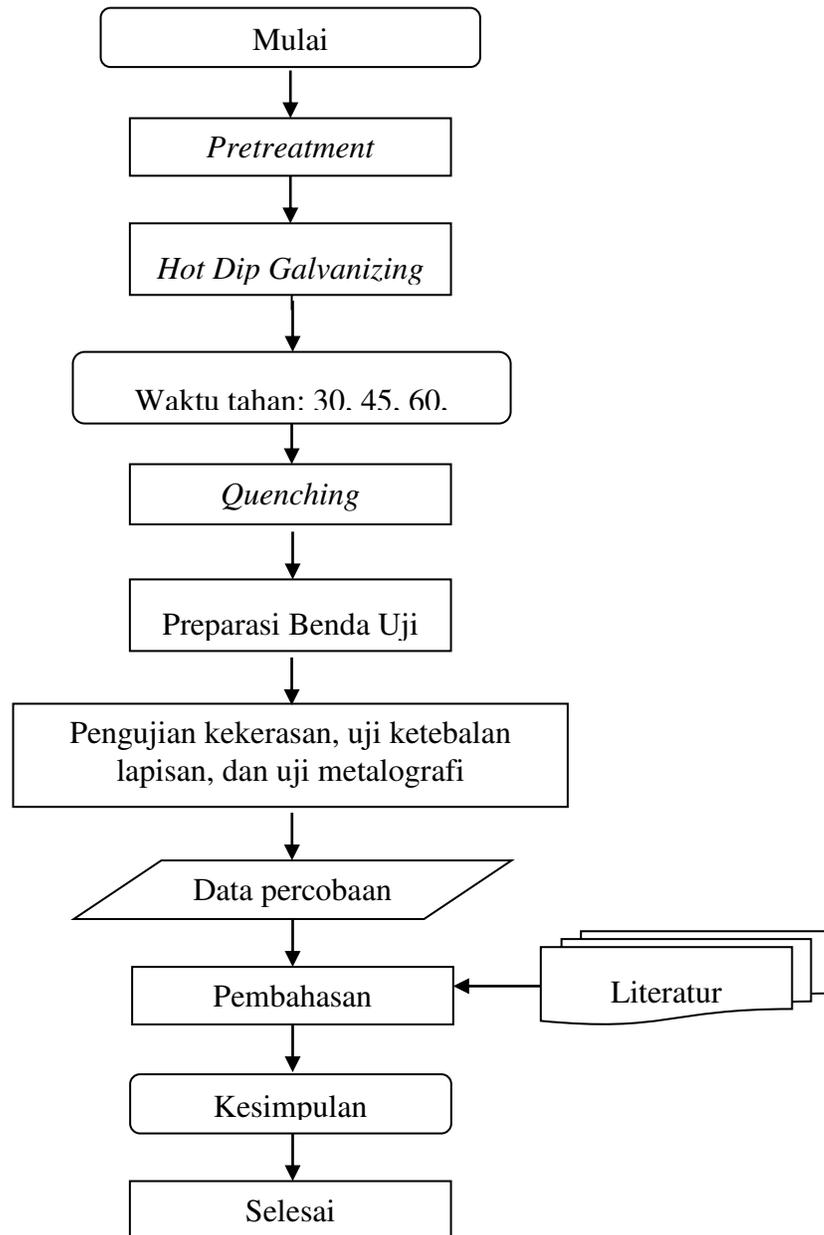
Pada foto struktur mikro Sampel 2 dapat dilihat, fasa Eta yang bersifat lunak yang berada di permukaan paling luar mulai sedikit tidak sebanyak Sampel 1 sehingga sifat lunaknya menurun dan kekearsan meningkat, fasa Zeta yang bersifat keras pun banyak menyebar banyak memenuhi lapisan fasa sehingga mengakibatkan kekerasan dari lapisan Sampel 2 melebihi kekerasan dari Sampel 1. Kekerasan lapisan galvanis yang dihasilkan sebesar 170,005 HVN.

Pada foto struktur mikro Sampel 3 dapat dilihat, fasa Eta yang bersifat lunak di bandingkan fasa-fasa yang lain yang berada di permukaan paling luar hampir sama sekali hilang hanya terlihat sedikit sehingga sifat lunaknya menurun dan kekerasannya meningkat, fasa Delta yang bersifat ulet pun terlihat sedikit sehingga sifat keuletannya menurun dan fasa yang mendominasi lapisan Sampel 3 adalah fasa zeta. Fasa Zeta hampir terlihat menutupi sebanaykan lapisan sehingga dapat disimpulkan bahwa Sampel 3 mempunyai kekerasan

lapisan yang paling tinggi daripada Sampel 1 dan 2. Kekerasan lapisan galvanis yang dihasilkan sebesar 206,508 HVN.

### 3. SKEMA NUMERIK

Berikut adalah diagram alir penelitian yang akan dilakukan



#### 4.1.KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan pada studbolt/baut dengan material baja karbon rendah yang dilakukan proses *hot dip galvanize* dengan variasi waktu tahan pencelupan yaitu 30, 45 dan 60 maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Semakin lama waktu tahan pencelupan pada proses hot dip yaitu 60 detik mengakibatkan semakin tebal lapisan *zinc* yang dihasilkan. Sampel 3 dengan waktu tahan 60 detik mempunyai ketebalan lapisan sebesar 104.24  $\mu\text{m}$ . Tetapi setelah dilakukan pengujian fungsi, yaitu baut pada Sampel 3 tidak dapat dilalui nut/mur yang telah di *oversize* dikarenakan tebal lapisan terlalu berlebih. Ketebalan optimum dan lulus pengujian fungsi didapat pada Sampel 2 dengan waktu tahan dengan ketebalan sebesar 80.78  $\mu\text{m}$ .
2. Semakin lama waktu tahan pencelupan pada proses *hot dip* yaitu 60 detik mengakibatkan semakin tebal lapisan *zinc* yang dihasilkan dan nilai kekerasannya akan semakin tinggi pula. Didapat pada Sampel 3 dengan nilai kekerasan tertinggi yaitu sebesar 206,508 HVN.
3. Pada Sampel 3 memiliki nilai kekerasan yang paling tinggi dikarenakan Struktur mikro dengan fasa zeta relatif lebih banyak di banding sampel 1 dan 2 pada lapisannya.

#### 4.2.SARAN

Saran yang dapat diberikan sehubungan dengan penelitian tentang *Hot dip galvanize* ini adalah.

1. Perlu diperhatikan waktu pada saat proses pencelupan, dikarenakan waktu yg digunakan adalah menggunakan detik. Apabila waktu yang digunakan kurang atau lebih maka hasil yang dihasilkan menjadi kurang valid.
2. Perlu dilakukan pengujian korosi untuk mengetahui sejauh mana tingkat korosi pada lapisan Hot dip galvanis.
3. Perlu dilakukan penambahan variasi aluminium dalam *zinc bath* untuk mengetahui keuletan lapisan dan membuat visual Hot dip Galvanis lebih bagus yang dimana pada penelitian kali ini tidak bervariasi dimana komposisi aluminiumnya 0,02-0,05% .

#### REFERENSI

American Galvanizer Association. 2000. *Zinc Coating*. (On-line) Available at <http://www.migas-indonesia.com>.

ASM International. 1992. *ASM Metals Handbook Vol. 03 : Alloy Phase Diagrams*. United States : ASM International Handbook Committee.

ASM International. 1994. *ASM Metal Handbook vol.05: Surface Engineering*. United States : ASM International Handbook Committee.

- ASTM International. 2002. *ASTM Vol 01.06 Coated Steel Products : A123, Standard Specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products*. United States : ASTM International Committee.
- Galvinfo Center. 2009. *Galvinfonote vol.2.4 : The role of aluminum in continuous hot dip galvanizing*. (On-line) Available at [http:// www.galvinfo.com](http://www.galvinfo.com).
- Galvinfo Center. 2009. *Galvinfonote vol.3.1 : How zinc protect steel*. (On-line) Available at [http:// www.galvinfo.com](http://www.galvinfo.com).
- International Zinc Association. 2010. *Galvanizing*. (On-line) Available at [http:// www.zincworld.org](http://www.zincworld.org).
- Robert M. Woods & James A. Cole, 1996. *Galvanizing Hanbook*. Cleveland, Ohio : Zaclon Incorporated.
- Syahbuddin. 2000. *Pengaruh batas butir Fe- $\alpha$ . pada baja bebas cacat intersisi (baja IF) terhadap reaksi antara besi dan seng selama galvanisasi pada 450°C*. Depok : Universitas Indonesia.
- Thomas J., Dr. 2006. *Corrosion Protection : Basic corrosion theory and protection methods*. American Galvanizers Association.
- Tri Teguh. 2007. *Pengaruh Variasi Temperatur Proses Pelapisan Metode Hot Dip Galvanizing Terhadap Tebal Lapisan, Struktur Mikro Dan Korosi Pada Baja Karbon Rendah*. Skripsi, tidak diterbitkan. Semarang : Universitas Negeri Semarang.
- Trianjaya A.S. & Entol Satrio. 2006. *Pelapisan baja dengan proses galvanizing di PT. Karunia Berca Indonesia*. Laporan kerja praktek, tidak diterbitkan. Cilegon: Fakultas Teknik Untirta.