



SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA V
“Kontribusi Kimia dan Pendidikan Kimia dalam
Pembangunan Bangsa yang Berkarakter”
Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA FKIP UNS
Surakarta, 6 April 2013



MAKALAH
PENDAMPING

KIMIA FISIKA
(Kode : F-06)

ISBN : 979363167-8

PENGARUH KUAT ARUS DAN TEMPERATUR *QUENCHING* TERHADAP HASIL PELAPISAN, SIFAT KEKERASAN DAN BERAT PELAPISAN TIMAH SECARA ELEKTROPLATING PADA BAJA TIN MILL BLACK PLATE

Yanyan Dwiyanti^{1,*}, M. Fitrullah², Harinto³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Metalurgi, FT-Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon-Banten
Jl. Jenderal Sudirman Km 3 Cilegon, Banten 42435, Indonesia Telp: 0254-395502; 376712 ext.
17, Fax: 0254-395440,

* Keperluan Korespondensi: HP: 08211755489

ABSTRAK

Timah dalam kehidupan sehari-hari banyak digunakan untuk pelapisan logam tertentu karena mempunyai sifat tahan korosi, tidak beracun, dan temperatur operasi yang rendah. Permasalahan yang sering terjadi pada industri pelapisan timah adalah produk cacat yang terjadi selama proses quenching. Jenis cacat yang terjadi adalah bercak noda yang secara visual terlihat dan mengurangi aspek estetis dari permukaan lapisan. Hal ini terjadi karena kuat arus elektroplating dan temperatur proses quenching yang kurang sesuai. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi cacat yang terjadi selama proses elektroplating timah dengan memvariasi kuat arus elektroplating dan temperatur quenching. Untuk mencapai tujuan tersebut, tahap awal dilakukan proses pre-treatment pada baja Tin Mill Black Plate yaitu cleaning, pickling, rinsing dan drying. Kemudian dilakukan proses plating selama 5 menit dalam larutan elektrolit SnSO_4 dengan variasi arus 4,3 A; 8,6 A; dan 17,2 A (d disesuaikan dengan kondisi sebenarnya di Industri). Temperatur melting dikonstankan di angka 323°C , untuk kemudian di-quench dengan variasi temperatur 50, 60 dan 80°C . Hasil elektroplating diamati secara visual, kemudian diuji kekerasan dengan mesin rockwell, dan uji berat lapisan dengan alat stannomatic analyzer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa temperatur quenching yang optimum yaitu 60°C , dimana hasil lapisan terlihat mengkilap dan lapisan rata, pada permukaan tidak ditemukan bercak-bercak putih. Sementara itu, kuat arus listrik yang digunakan sangat berpengaruh terhadap hasil berat pelapisan, semakin tinggi kuat arus yang digunakan berat pelapisan akan semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena dengan meningkatnya kuat arus listrik yang mengalir maka jumlah ion-ion akan semakin banyak, sehingga ion-ion Sn^{2+} akan semakin banyak mengendap pada katoda. Dalam penelitian ini berat endapan yang melapisi baja tin mill black plate optimum di kuat arus 17,2 A, dengan berat endapan sebesar $11,2 \text{ g/m}^2$, secara aktual diperoleh berat pelapisan sebesar $0,96 \text{ lb/bb}$ ($10,82 \text{ g/m}^2$) dengan nilai efisiensinya sebesar 96,61%. Adapun kekerasan lapisan, optimal di nilai 70,5 HR30T pada kuat arus 17,2 A.

Kata kunci: elektroplating, timah, quenching, baja Tin Mill Black Plate

PENDAHULUAN

Logam Timah (Sn) banyak digunakan untuk pelapisan logam tertentu karena mempunyai sifat tahan korosi, tidak beracun, dan temperatur operasi yang rendah. Banyak masalah yang terjadi pada industri pelapisan timah, terutama pada kualitas produk akhir dari elektroplating timah. Salah satu cacat pada produk yang sering terjadi adalah cacat yang terjadi karena proses *quenching*. Jenis cacat yang terjadi adalah bercak noda yang secara visual terlihat dan mengurangi aspek estetis dari permukaan lapisan. Hal ini terjadi karena kuat arus *elektroplating* dan temperatur proses *quenching* yang kurang sesuai. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi cacat yang terjadi selama proses elektroplating timah dengan memvariasi kuat arus elektroplating dan temperatur *quenching*.

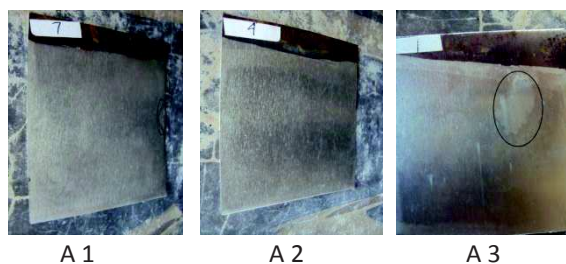
METODE PENELITIAN

Metode penelitian ditempuh dalam beberapa tahap, yaitu: tahap pertama dilakukan proses *pre-treatment* pada baja *Tin Mill Black Plate* yaitu *cleaning*, *pickling*, *rinsing* dan *drying*. Kemudian dilakukan proses *plating* selama 5 menit dalam larutan elektrolit SnSO_4 dengan variasi arus 4,3 A; 8,6 A; dan 17,2 A (d disesuaikan dengan kondisi sebenarnya di Industri). Temperatur melting dikonstankan di angka 323°C , untuk kemudian di-*quenching* dengan variasi temperatur 50, 60 dan 80°C . Hasil elektroplating diamati secara visual, kemudian diuji kekerasan dengan mesin *rockwell*, dan uji berat lapisan dengan alat *stannomatic analyzer*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisa Visual Baja Hasil *Elektroplating*

Baja TMBP dilakukan *elektroplating* dengan variasi kuat arus 4,3 A; 8,6 A; dan 17,2 A. Kemudian TMBP dilakukan *melting* pada temperatur 232°C (titik leleh timah) dan setelah itu dilakukan *quenching* menggunakan *aquades* dengan variasi temperatur 50°C ; 60°C dan 80°C . Dimana fungsi dari *quenching* ini yaitu mengkilapkan lapisan permukaan dan agar hasil lapisan cepat mengeras. Hasil pelapisan yang didapatkan tampak seperti pada Gambar 1, 2, dan 3.



Gambar 1. Baja hasil *elektroplating* dengan variasi *quenching* 50°C ; 60°C dan 80°C serta kuat arus 4,3A

Gambar 1 di atas, spesimen kode A setelah dilakukan *elektroplating* menggunakan kuat arus 4,3A dan melting pada temperatur 232°C baja kemudian dilakukan *quenching* pada temperatur *quenching* 50°C ; 60°C ; dan 80°C . Pada spesimen A1, baja dilakukan *quenching* pada temperatur *quenching* 50°C , hasil lapisan terlihat mengkilap dan lapisan rata. Akan tetapi timbul cacat yaitu *quench stain* berupa bercak putih yang sedikit pada sisi bagian kanan terlihat pada bagian yang dilingkari, cacat ini terjadi akibat pendinginan yang

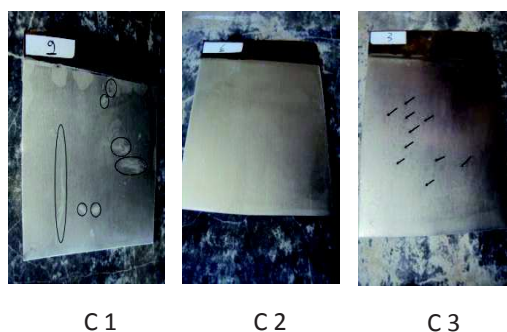
tidak sesuai mengakibatkan timbulnya bercak-bercak putih atau noda putih.



B 1 B 2 B 3
Gambar 2. Baja hasil *elektroplating* dengan variasi *quenching* 50°C; 60°C dan 80°C kuat arus 8,6A

Spesimen A2, baja dilakukan *quenching* pada temperatur *quenching* 60°C, hasil lapisan terlihat lebih mengkilap dan lapisan rata, dan tidak ditemukan bercak putih pada hasil lapisan tersebut. Sedangkan spesimen A3, baja dilakukan *quenching* pada temperatur *quenching* 80°C, hasil lapisan mengkilap dan lapisan rata, terlihat bercak putih yang lebih banyak jika dibandingkan dengan spesimen A1 terlihat pada bagian yang dilingkari. Ketiga spesimen A tersebut didapat hasil pelapisan yang paling mengkilap dan tidak terjadi cacat yaitu pada spesimen A2 pada baja yang dilakukan *quenching* menggunakan temperatur *quenching* 60°C. Pada spesimen A1 dengan menggunakan temperatur *quenching* 50°C, bercak putih yang terjadi lebih sedikit dibandingkan dengan spesimen A3 yang menggunakan temperatur *quenching* 80°C. Gambar 2 spesimen kode B setelah dilakukan *elektroplating* menggunakan kuat arus 8,6A dan melting pada temperatur 232°C, kemudian baja dilakukan *quenching* pada temperatur *quenching* 50°C; 60°C; dan

80°C. Pada spesimen B1, baja dilakukan *quenching* pada temperatur *quenching* 50°C, hasil lapisan terlihat kurang mengkilap dan dibeberapa bagian atas terlihat lebih tebal hasil lapisannya. Pada hasil lapisan ini timbul bercak hitam dan bercak putih di bagian yang dilingkari, bagian putih tersebut dikarenakan temperatur *quenching* yang tidak optimal, sedangkan bercak hitam berdasarkan catatan milik perusahaan latinusa mengenai cacat-cacat yang terjadi pada permukaan diakibatkan masih adanya minyak ataupun karat yang terjadi sebelum spesimen dilakukan elektroplating. Spesimen B2, baja dilakukan *quenching* pada temperatur *quenching* 60°C, hasil lapisan lebih mengkilap dan rata, pada spesimen ini tidak terbentuk bercak putih. Pada spesimen B3, baja dilakukan *quenching* pada temperatur *quenching* 80°C hasil lapisan terlihat mengkilap dan lapisan rata, tetapi timbul bercak putih yang memanjang terlihat di bagian yang dilingkari. Dari ketiga spesimen tersebut didapat hasil lapisan yang paling mengkilap dan yang tidak terjadi cacat yaitu pada spesimen B2 pada baja yang dilakukan *quenching* menggunakan temperatur *quenching* 60°C. Pada spesimen B1 yang menggunakan temperatur *quenching* 50°C dan B3 menggunakan temperatur *quenching* 80°C terjadi bercak-bercak putih Pada permukaan lapisan.



Gambar 3. Baja hasil *elektroplating* dengan variasi *quenching* 50⁰C; 60⁰C dan 80⁰C serta kuat arus 17,2A

Gambar 3 spesimen kode C dilakukan *elektroplating* menggunakan kuat arus 8,6A dan melting pada temperatur 232⁰C, kemudian baja dilakukan *quenching* pada temperatur *quenching* 50⁰C; 60⁰C; dan 80⁰C. Pada spesimen C1, baja dilakukan *quenching* pada temperatur 50⁰C dimana hasil lapisan kurang mengkilap dan lapisan kurang rata karena pada beberapa bagian diatas terlihat lapisan yg lebih tebal dibanding dengan bagian lainnya. Pada lapisan ini terjadi bercak putih yang cukup banyak, terjadi juga bagian yang lapisannya rontok hal ini diakibatkan karena timah berlebih dan iktan antar timah dengan baja tidak kuat ditunjukkan pada bagian yang dilingkari bagian atas. Spesimen C2 baja dilakukan *quenching* pada temperatur 60⁰C dimana hasil lapisan terlihat mengkilap dan lapisan rata, pada permukaan tidak ditemukan bercak-bercak putih. Sementara itu, Spesimen C3, baja dilakukan *quenching* pada temperatur *quenching* 80⁰C dimana lapisan terlihat mengkilap dan hasil lapisan rata, tetapi terjadi bercak-bercak kecil dipermukaan yang terlihat pada bagian yang diberi arah panah. Dari ketiga

spesimen tersebut didapat hasil lapisan yang paling mengkilap dan tidak terjadi cacat pada permukaan yaitu pada spesimen C2 pada baja yang dilakukan *quenching* menggunakan temperatur *quenching* 60⁰C. Pada spesimen C1 yang menggunakan temperatur *quenching* 50⁰C dan C3 menggunakan temperatur *quenching* 80⁰C terjadi bercak-bercak putih Pada permukaan lapisan.

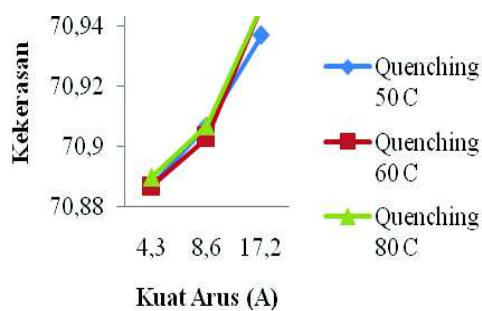
Berdasarkan ketiga gambar di atas, variasi kuat arus dan temperatur *quenching* dapat berpengaruh terhadap dampak visual lapisan timah pada permukaan baja. Dari ketiga gambar diatas dilakukan *quenching* pada temperatur *quenching* 50⁰C; 60⁰C; dan 80⁰C dan kuat Arus 4,3A; 8,6A; dan 17,2A terlihat bahwa temperatur yang optimum untuk *quenching* yaitu pada temperatur 60⁰C. Temperatur *quenching* 60⁰C pada arus 4,3A; 8,6A; dan 17,2A hasil lapisan terlihat lebih mengkilap, sedangkan pada temperatur 50⁰C dan 80⁰C hasil lapisan timbul bercak-bercak putih yang disebut *quench stain*. Terlihat juga pada temperatur yang tetap dan kuat arus yang meningkat hasil lapisan tampak semakin kurang mengkilap dan terjadi bercak-bercak putih lebih banyak, jadi semakin besar berat lapisan yang ingin dicapai maka resiko timbulnya bercak putih juga semakin meningkat. Berdasarkan teori *quench stain* terjadi pada berat pelapisan 0,23 lb/bb (2,52-2,63 g/m²) keatas.[GKM, 1992]

2. Pengujian Kekerasan Baja Hasil *Elektroplating*

Baja TMBP hasil *elektroplating* kemudian dilakukan uji kekerasan

menggunakan mesin rockwell skala HR30T. Metoda pengujian rockwell yaitu mengindentasi material dengan indenter kerucut intan atau bola baja sesuai dengan material yang akan di uji. Kemudahan menggunakan alat rockwell karena cepat, bebas dari kesalahan manusia, dan ukuran lekukannya kecil.

Data-data hasil pengujian kekerasan rockwell dapat dibuat grafik hubungan antara kuat arus dan kekerasan logam pada Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Baja hasil *elektroplating* dengan variasi *quenching* 50°C; 60°C dan 80°C serta kuat arus 17,2A

Gambar 4 di atas, bahwa *elektroplating* dengan variasi kuat arus dapat mempengaruhi nilai kekerasannya. Baja TMBP ini diaplikasikan untuk pembuatan kaleng. Nilai kekerasan baja ini sebelum dilakukan *elektroplating* memiliki nilai kekerasan sebesar 71,16 HR30T. Setelah dilakukan *elektroplating* timah nilai kekerasan akan mengalami penurunan hingga 70,88 HR30T, menunjukkan bahwa nilai kekerasan baja lebih keras dibanding dengan timah. Akan tetapi setelah dilakukan *elektroplating* nilai kekerasan

logam meningkat dengan meningkatnya kuat Arus yang digunakan.

Pada spesimen yang dilakukan *quenching* pada temperatur 50°C dengan kode A1 dimana kuat arus yang digunakan sebesar 4,3A diperoleh nilai kekerasan sebesar 70,887 HR30T, kode B1 dimana kuat arus yang digunakan sebesar 8,6 diperoleh nilai kekerasan sebesar 70,907 HR30T, kode C1 dimana kuat arus yang digunakan sebesar 17,2A diperoleh nilai kekerasan sebesar 70,937 HR30T. Dari hasil pengujian kekerasan tersebut diketahui bahwa nilai kekerasan baja hasil *elektroplating* timah mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya kuat arus yang digunakan.

Pada spesimen yang dilakukan *quenching* pada temperatur 60°C dengan Kode A2 dimana kuat arus yang digunakan sebesar 4,3A diperoleh nilai kekerasan sebesar 70,887 HR30T, kode B2 dimana kuat arus yang digunakan sebesar 8,6 diperoleh nilai kekerasan sebesar 70,903 HR30T, kode C2 dimana kuat arus yang digunakan sebesar 17,2A diperoleh nilai kekerasan sebesar 70,947 HR30T. Hasil pengujian kekerasan tersebut diketahui bahwa nilai kekerasan baja hasil *elektroplating* timah mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya kuat arus yang digunakan.

Pada spesimen yang dilakukan *quenching* pada temperatur 80°C dengan Kode A3 dimana kuat arus yang digunakan sebesar 4,3A diperoleh nilai kekerasan sebesar 70,89 HR30T, kode B3 dimana kuat arus yang digunakan sebesar 8,6 diperoleh nilai kekerasan sebesar 70,907

HR30T, kode C3 dimana kuat arus yang digunakan sebesar 17,2A diperoleh nilai kekerasan sebesar 70,947 HR30T. Dari hasil pengujian kekerasan tersebut diketahui bahwa nilai kekerasan baja hasil *elektroplating* timah mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya kuat arus yang digunakan.

Dari hasil pengujian kekerasan ini diketahui bahwa nilai kekerasan pada baja hasil *elektroplating* timah akan semakin meningkat seiring meningkatnya kuat arus yang digunakan hal ini disebabkan karena lapisan yang terbentuk semakin tebal. Akan tetapi, selisih nilai kekerasan pada semua spesimen sangat rendah. *Quenching* pada baja tidak mempengaruhi nilai kekerasan pada pelapisan logam, karena tujuan *quenching* untuk mengkilapkan penampakan visual.

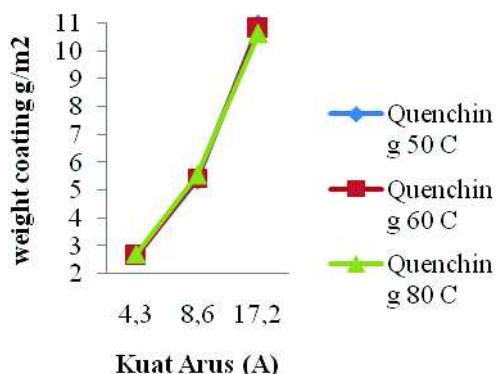
3. Pengujian Berat Pelapisan Baja Hasil *Elektroplating*

Spesimen baja yang telah dilakukan *elektroplating*. Setelah dilakukan pengamatan visual dan uji kekerasan, maka dilakukan uji berat pelapisan. Hasil berat pelapisan timah ini diukur menggunakan alat *Stannomatic analyzer*.

Berdasarkan data-data hasil pengukuran berat pelapisan pada tabel A.2 yang terdapat di lampiran A, maka berat pelapisan pada berbagai kuat arus dapat dibuat grafik berikut.

Gambar 5 memperlihatkan perbedaan berat pelapisan yang terjadi akibat adanya perbedaan kuat arus yang digunakan, hal ini menunjukkan bahwa kuat

arus dapat mempengaruhi tingkat berat lapisan.



Gambar 5. Berat hasil *elektroplating* dengan variasi *quenching* 50°C; 60°C dan 80°C serta kuat arus 17,2A

Pada spesimen yang dilakukan *quenching* 50°C, dimana spesimen dilakukan proses pelapisan dengan kuat arus 4,3 A; 8,6 A dan 17,2 A. Pada spesimen kode A1 kuat arus yang diberi sebesar 4,3 A, berdasarkan perhitungan teori berat pelapisan yang akan dicapai adalah sebesar 2,8 g/m², secara aktual diperoleh berat pelapisan sebesar 0,23 lb/bb (2,67 g/m²). Dari data tersebut didapat nilai efisiensinya sebesar 95,36%. Pada spesimen kode B1 kuat arus yang diberi sebesar 8,6 A, berdasarkan perhitungan teori berat pelapisan yang akan dicapai adalah sebesar 5,6 g/m², secara aktual diperoleh berat pelapisan sebesar 0,48 lb/bb (5,37 g/m²). Dari data tersebut didapat nilai efisiensinya sebesar 95,89%. Pada spesimen kode C1 kuat arus yang diberi sebesar 17,2 A, berdasarkan perhitungan teori berat pelapisan yang akan dicapai adalah sebesar 11,2 g/m², secara aktual diperoleh berat pelapisan sebesar 0,97

lb/bb ($10,95 \text{ g/m}^2$). Dari data tersebut didapat nilai efisiensinya sebesar 97,77%.

Pada spesimen yang dilakukan *quenching* 60°C , dimana spesimen dilakukan proses pelapisan dengan kuat arus 4,3 A; 8,6 A dan 17,2 A. Pada spesimen kode A2 kuat arus yang diberi sebesar 4,3 A, berdasarkan perhitungan teori berat pelapisan yang akan dicapai adalah sebesar $2,8 \text{ g/m}^2$, secara aktual diperoleh berat pelapisan 0.23 lb/bb ($2,65 \text{ g/m}^2$). Dari data tersebut didapat nilai efisiensinya sebesar 94,64%. Pada spesimen kode B2 kuat arus yang diberi sebesar 8,6 A, berdasarkan perhitungan teori berat pelapisan yang akan dicapai adalah sebesar $5,6 \text{ g/m}^2$, secara aktual diperoleh berat pelapisan sebesar 0,49 lb/bb ($5,44 \text{ g/m}^2$). Dari data tersebut didapat nilai efisiensinya sebesar 96,43%. Pada spesimen kode C2 kuat arus yang diberi sebesar 17,2 A, berdasarkan perhitungan teori berat pelapisan yang akan dicapai adalah sebesar $11,2 \text{ g/m}^2$, secara aktual diperoleh berat pelapisan sebesar 0,96 lb/bb ($10,82 \text{ g/m}^2$). Dari data tersebut didapat nilai efisiensinya sebesar 96,61%.

Pada spesimen yang dilakukan *quenching* 80°C , dimana spesimen dilakukan proses pelapisan dengan kuat arus 4,3 A; 8,6 A dan 17,2 A. Pada spesimen kode A3 kuat arus yang diberi sebesar 4,3 A, berdasarkan perhitungan teori berat pelapisan yang akan dicapai adalah sebesar $2,8 \text{ g/m}^2$, secara aktual diperoleh berat pelapisan 0.24 lb/bb ($2,73 \text{ g/m}^2$). Dari data tersebut didapat nilai efisiensinya sebesar 97,51%. Pada spesimen kode B3 kuat arus yang diberi

sebesar 8,6 A, berdasarkan perhitungan teori berat pelapisan yang akan dicapai adalah sebesar $5,6 \text{ g/m}^2$, secara aktual diperoleh berat pelapisan sebesar 0,48 lb/bb ($5,56 \text{ g/m}^2$). Dari data tersebut didapat nilai efisiensinya sebesar 99,29%. Pada spesimen kode C3 kuat arus yang diberi sebesar 17,2 A, berdasarkan perhitungan teori berat pelapisan yang akan dicapai adalah sebesar $11,2 \text{ g/m}^2$, secara aktual diperoleh berat pelapisan sebesar 0,95 lb/bb ($10,63 \text{ g/m}^2$). Dari data tersebut didapat nilai efisiensinya sebesar 92,5%.

Dari hasil diatas dapat dinyatakan bahwa kuat arus yang digunakan sangat berpengaruh terhadap hasil berat pelapisan, semakin tinggi kuat arus yang digunakan berat pelapisan akan semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena dengan meningkatnya kuat arus listrik yang mengalir maka jumlah ion-ion akan semakin banyak, sehingga ion-ion Sn^{2+} akan semakin banyak mengendap pada katoda. Jumlah zat yang dihasilkan pada kuat arus tertentu yang digunakan pada elektroplating dapat ditentukan dengan menggunakan hukum *Faraday* yang menyatakan bahwa jumlah zat yang terdeposisi pada elektroda berbanding lurus dengan jumlah arus listrik yang mengalir melalui sel elektrolisis.

KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Temperatur *quenching* yang optimum adalah 60°C , dimana hasil lapisan terlihat mengkilap dan lapisan rata,

- pada permukaan tidak ditemukan bercak-bercak putih.
2. Berat endapan optimal yang melapisi baja *mill black plate* optimum adalah pada kuat arus 17,2 A, dengan berat endapan sebesar 11,2 g/m², secara aktual diperoleh berat pelapisan sebesar 0,96 lb/bb (10,82 g/m²) dengan nilai efisiensinya sebesar 96,61%.
 3. Kekerasan lapisan permukaan timah, optimal di nilai 70,5 HR30T pada kuat arus 17,2 A.

pittsburgh pennsylvania, USA

- [8]. Schlesinger, M, 2002. *Electroplating*. University Of Windsor
- [9]. SNI 07-0602-2006. Berat Lapisan Timah pada Kaleng Makanan dan Minuman
- [10]. Kenneth R. T, 1988, *Corrosion for students of science and Engineering*, Longman Group, UK

DAFTAR RUJUKAN

- [1]. ASM Handbook Volume 05, 1996 - *Surface Engineering*. USA : ASM International
- [2]. ASM Handbook Volume 08, 1996 - *Mechanical Testing And Evaluation*. USA: ASM International
- [3]. Deny A. Jones, 1992, *Principles and prevention of Corrosion*, Maxwell Macmillan International Publishing Group, New York
- [4]. Konvensi Gugus Kendali Mutu V PT Pelat Timah Nusantara, 1992, Cilegon Banten
- [5]. Mars G. Fontana, 1986, *Corrosion Engineering*, International student Edition, New York
- [6]. Masharto, S. 1997. "Teknik Pengoperasian *electrolytic Tinning line and shearing line*". Divisi Produksi PT Latinusa
- [7]. Sawarjiman, 2000, "Panduan Proses Pelapisan Pelat Timah". *Usx Engineers and Consultants*, inc