

SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO PELAT TIPIS Zn HASIL ROL DINGIN UNTUK APLIKASI ANODA KORBAN

Saefudin dan Galih Senopati*

Pusat Penelitian Metalurgi dan Material – LIPI
Gedung 470, Kawasan Puspiptek, Tangerang Selatan
E-mail : *galihmetalurgi@gmail.com

Masuk tanggal : 08-03-2014, revisi tanggal : 04-07-2014, diterima untuk diterbitkan tanggal : 18-07-2014

Intisari

SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO PELAT TIPIS Zn HASIL ROL DINGIN UNTUK APLIKASI ANODA KORBAN. Proteksi katodik dengan anoda korban banyak digunakan untuk melindungi struktur logam dari korosi pada lingkungan air laut. Proses pembuatan anoda korban Zn tersebut dapat dilakukan melalui proses pengecoran yang dilanjutkan dengan proses rol dingin (*cold rolling*). Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan pelat tipis Zn sebagai bahan baku anoda korban yang bebas cacat pada skala laboratorium. Pelat Zn hasil cor dan rol dingin dengan ketebalan 1 mm kemudian diuji keras menggunakan alat uji *vicker's* dan SEM-EDS (*scanning electron microscopy-energy dispersive spectroscopy*). Harga kekerasan tertinggi dari pelat Zn dengan tebal 1 mm adalah rata-rata 95,63 VHN. Tingginya kekerasan pelat Zn dipengaruhi oleh adanya partikel ZnFeAl yang menghasilkan sifat getas dalam material tersebut.

Kata kunci : Rol dingin, Pelat Zn, Anoda korban, Partikel ZnFeAl, Getas

Abstract

MICRO STRUCTURE AND MECHANICAL PROPERTIES OF COLD ROLLED THIN ZINC PLATE FOR SACRIFICIAL ANODE APPLICATION. Cathodic protection by sacrificial Zn anodes is often applied to prevent metallic structure from corrosion in seawater. Zn sacrificial anodes can be manufactured by casting and continued with cold rolling process. The purpose of this research is to produce Zn thin plate as sacrificial Zn anode raw material that free from defect at laboratory scale. Zn plate processed by casting and rolling with 1 mm thick then characterized using vicker's hardness tester and SEM-EDS (*scanning electron microscopy-energy dispersive spectroscopy*). The highest hardness value of Zn plate 1 mm thick is 95.63 VHN average. Zn plate which has high hardness value formed ZnFeAl particle cause brittle properties of Zn plate.

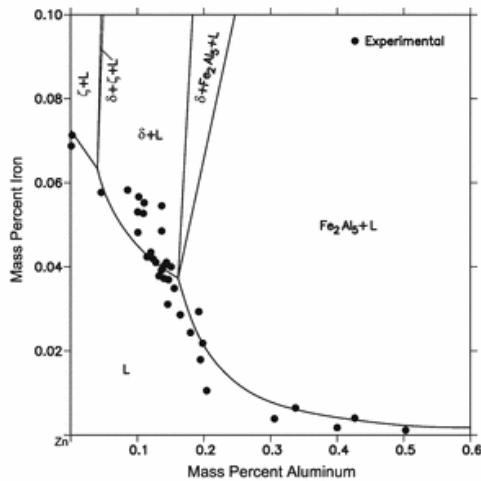
Keywords : Cold rolling, Zn plate, Sacrificial anode, ZnFeAl particle, Brittle

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara maritim yang sebagian besar wilayahnya terdiri dari lautan. Laut adalah lingkungan yang korosif yang dapat merusak logam yang berada pada lingkungan air laut seperti badan kapal, pipa bawah laut, dan konstruksi bangunan yang berada pada lingkungan air laut^[1]. Saat ini cara untuk melindungi logam dari serangan korosi air laut adalah dengan teknik proteksi katodik (pasif) menggunakan logam aluminium atau Zn maupun dengan teknik arus tanding (aktif)^[2].

Zn merupakan kelompok logam yang memiliki struktur kristal HCP (*Hexagonal Closed Packed*) yang mekanisme deformasi plastisnya adalah dengan mekanisme *twinning* dan *slipping*^[3]. Mekanisme deformasi pada logam dengan struktur HCP ditentukan oleh rasio *c/a*. Contohnya logam Re, Zr, dan Ti yang memiliki rasio *c/a* 1,63 sehingga memiliki plastisitas yang baik dan dapat dideformasi dengan cara ditekan/diberi beban atau dengan cara ditarik. Pada logam Zn dan Be yang memiliki rasio *c/a* lebih dari 1,63 dapat dideformasi dengan cara ditekan. Saat ini proses deformasi plastis logam yang memiliki rasio *c/a* lebih besar dari

1,63 masih diteliti. Seperti yang dilakukan JH Liu^[5] yang meneliti proses deformasi Zn dengan melakukan uji tarik dan mengamati proses putusnya.



Gambar 1. Diagram fasa Zn-Fe-Al pada temperatur 480 °C^[4]

Gambar 1 menunjukkan diagram fasa Zn-Fe-Al pada temperatur 480 °C. Dengan komposisi Fe lebih dari 0,01 % berat dan Al lebih dari 0,4 % berat fasa yang akan terbentuk adalah Zn cair dan fasa intermetalik berupa Fe₂Al₅.

Sifat pelat Zn hasil proses rol dingin dipengaruhi oleh kemurnian Zn, temperatur, persen deformasi/reduksi ukuran. Adanya pengotor dan elemen paduan dalam konsentrasi yang kecil dapat meningkatkan temperatur rekristalisasi dan meningkatkan sifat mekanik Zn^[6]. Penelitian ini difokuskan pada pengaruh komposisi awal Zn dan diamati pelat yang dihasilkan setelah dilakukan proses rol dingin.

PROSEDUR PERCOBAAN

Proses Peleburan

Pembuatan pelat Zn menggunakan bahan baku berupa ingot Zn yang ada di pasaran. Komposisi ingot Zn ditunjukkan pada Tabel 1, dimana sampel A dan B dibedakan berdasarkan perbedaan % berat Al dan Fe. Ingot Zn kemudian dilebur dalam tungku muffle dengan kapasitas 10

Kg. Zn yang telah mencair dicetak dalam cetakan berbentuk balok berukuran 200 x 50 x 6 mm.

Tabel 1. Komposisi bahan baku Zn untuk proses rol dingin

Bahan	Unsur (% berat)				
	Al	Fe	Cu	Pb	Zn
Sampel A	0,81	0,17	0,004	0,19	98,9
Sampel B	1,07	0,56	0,003	0,10	97,9

Proses Pengerolan

Balok hasil pengecoran Zn yang masih memiliki tebal 6 mm kemudian dirol—di Laboratorium Pembentukan Logam Pusat Penelitian Metalurgi dan Material LIPI. Proses rol dingin dilakukan dalam lima tahap/pass sampai tebal yang diinginkan yaitu 1 mm. Urutan pass proses rol dingin pada pelat Zn dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tahapan proses pengerolan pelat Zn

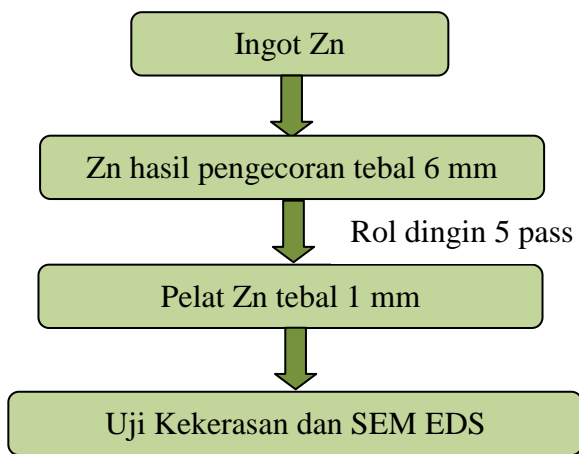
Pass/Tahapan	Tebal Awal (mm)	Tebal Akhir (mm)	Reduksi (%)
Pass 1	6	5	16,7
Pass 2	5	4	20
Pass 3	4	3	25
Pass 4	3	2	33
Pass 5	2	1	50
Total Reduction			83,33

Pengujian Pelat Hasil Pengerolan

Pelat hasil pengerolan dengan ketebalan 1 mm kemudian diuji keras menggunakan alat uji vicker's merk Shimazu. Sampel A dan sampel B masing-masing dilakukan pengujian pada 5 titik di permukaan atas pelat. Pengujian dilakukan dengan menggunakan indenter intan piramid 120° beban 100 gf.

Persiapan sampel SEM EDS dilakukan dengan memotong sampel pelat Zn 1 mm pada posisi melintang searah pengerolan (*rolling direction*). Kemudian sampel yang

sudah dipotong diampelas menggunakan ampelas dengan tingkat kekasaran dari 400 hingga 1200 mesh. Kemudian sampel dipoles menggunakan alumina dengan kekasaran 0,5 μm . Sampel hasil poles dietsa menggunakan etsa 40 g CrO_3 ditambah 3 g Na_2SO_4 dan 100 mL air. Analisa unsur menggunakan alat SEM-EDS (*scanning electron microscopy-energy dispersive spectroscopy*) merk JEOL. SEM-EDS dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui ada tidaknya mikrosegregasi pada pelat Zn hasil pengerolan dingin.

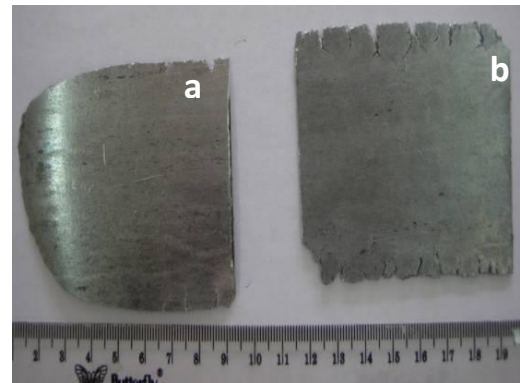


Gambar 2. Diagram alir proses rol dingin pada pelat Zn untuk aplikasi anoda korban

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelat Hasil Pengerolan

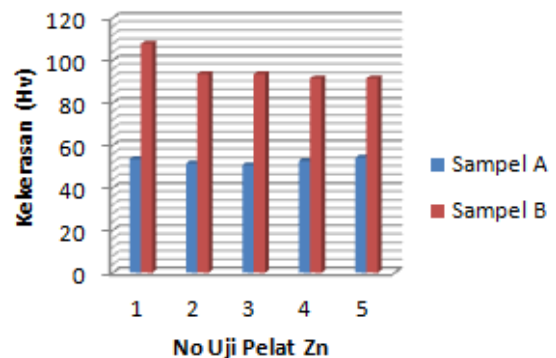
Gambar 3 menunjukkan pelat hasil pengerolan dingin Zn dengan tebal 1 mm. Sampel A teramati memiliki permukaan pelat jauh lebih baik dibandingkan sampel B, dimana retakan banyak teramati pada kedua tepi.



Gambar 3. Foto visual hasil rol dingin pada pelat Zn untuk ; (a) Sampel A, dan (b) Sampel B

Hasil Uji Keras

Hasil uji keras ditunjukkan pada Gambar 4. Dalam gambar tersebut sampel A memiliki kekerasan rata-rata 52,55 HV dan nilai kekerasan rata-rata sampel B adalah 95,63 HV. Nilai kekerasan sampel B meningkat dua kali lebih besar dibandingkan sampel A. Tingginya nilai kekerasan pada sampel B dimungkinkan adanya partikel FeZnAl .

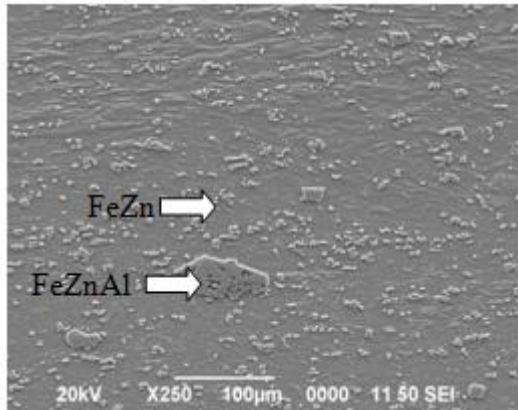


Gambar 4. Hasil uji keras pelat tipis Zn

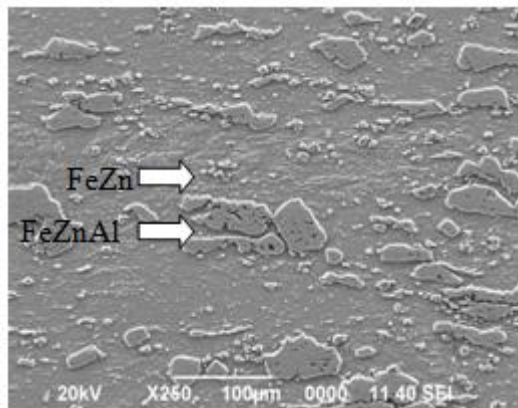
Hasil Pengujian SEM

Gambar 5 menunjukkan foto struktur mikro hasil SEM EDS pelat Zn sampel A dan sampel B. Pada sampel A dan sampel B terlihat fasa FeZn terdispersi dalam matriks Zn dan adanya partikel FeZnAl (Gambar 5). Partikel FeZnAl dalam sampel A teramati berukuran lebih kecil dibandingkan dengan ukuran partikel FeZnAl dalam sampel B. Ukuran partikel FeZnAl dalam sampel B tidak homogen atau bervariasi dengan ukuran terbesar

adalah berkisar 120 μm . Partikel FeZnAl dengan ukuran yang tidak homogen menyebabkan kekerasan sampel B meningkat akan tetapi *workability* rendah. Sehingga retakan lebih banyak terjadi pada sampel B.



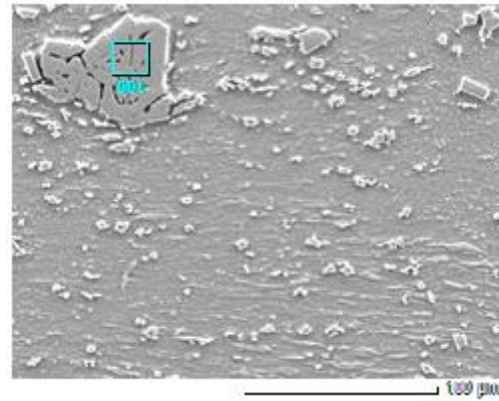
(a)



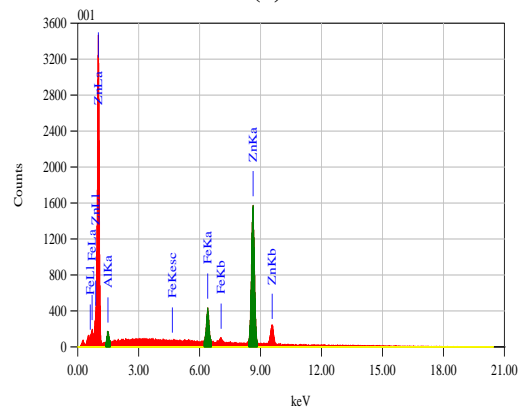
(b)

Gambar 5. Foto hasil SEM pada pelat Zn untuk ; (a) sampel A, dan (b) sampel B. Etsa 40 g CrO_3 , 3 g Na_2SO_4 , 100 mL H_2O .

Gambar 6 menunjukkan foto struktur mikro hasil EDS dari pelat tipis Zn sampel A. Pada area yang ditembak (Gambar 6a) terdapat kandungan Al 1,38 % berat, Fe 8,31% berat, dan Zn 90,31 % berat.



(a)



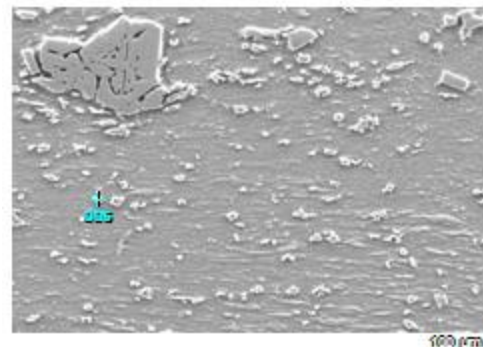
(b)

ZAF Method Standardless Quantitative Analysis
Fitting Coefficient : 0.2873

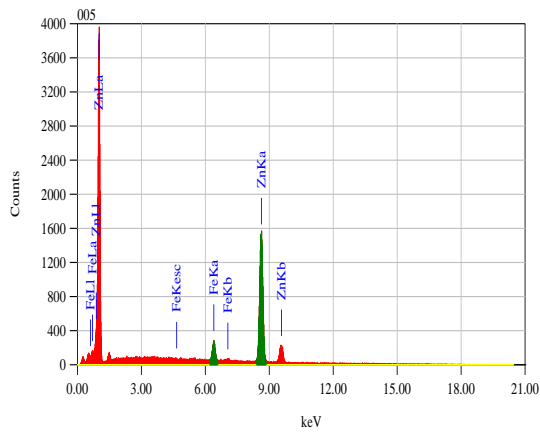
Element	(keV)	Mass%	Error%	Atom%	K
Al K	1.486	1.38	0.28	3.24	0.4625
Fe K	6.398	8.31	0.34	9.40	9.3462
Zn K	8.630	90.31	0.97	87.36	90.1913
Total		100.00		100.00	

Gambar 6. Hasil SEM-EDS dari pelat tipis Zn sampel A; (a) area penembakan, (b) grafik yang menunjukkan kandungan komposisi kimia sampel A.

Gambar 7 menunjukkan foto struktur mikro hasil EDS dari pelat tipis Zn sampel A. Pada area yang ditembak (Gambar 7a) terdapat kandungan Fe 5,17% berat dan Zn 94,83 % berat.



(a)



(b)

ZAF Method Standardless Quantitative Analysis
Fitting Coefficient : 0.2802

Element	(keV)	Mass%	Error%	Atom%	K
Fe K	6.398	5.17	0.36	6.00	5.8186
Zn K	8.630	94.83	1.02	94.00	94.1814
Total		100.00		100.00	

Gambar 7. Hasil SEM-EDS dari pelat tipis Zn sampel A; (a) area penembakan, (b) grafik yang menunjukkan kandungan komposisi kimia sampel A

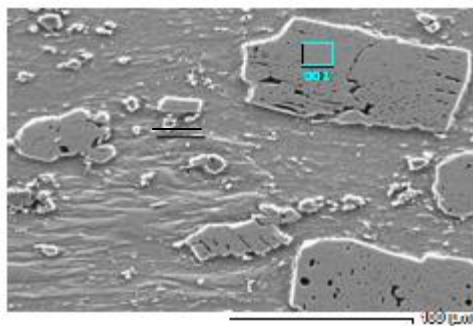
Gambar 8 menunjukkan foto struktur mikro hasil EDS dari pelat tipis Zn sampel B. Pada area yang ditembak (Gambar 8a) terdapat kandungan Al 0,79 % berat, Fe 7,80% berat, dan Zn 91,41 % berat.

ZAF Method Standardless Quantitative Analysis
Fitting Coefficient : 0.3822

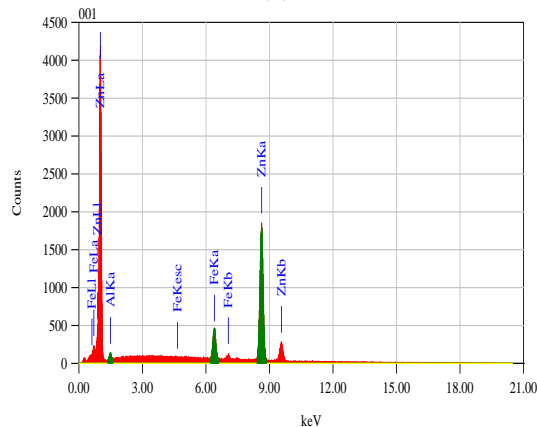
Element	(keV)	Mass%	Error%	Atom%	K
Al K	1.486	0.79	0.26	1.87	0.2618
Fe K	6.398	7.80	0.31	8.91	8.7575
Zn K	8.630	91.41	0.89	89.22	90.9806
Total		100.00		100.00	

Gambar 8. Hasil SEM-EDS dari pelat tipis Zn sampel B; (a) area penembakan, (b) grafik yang menunjukkan kandungan komposisi kimia sampel B

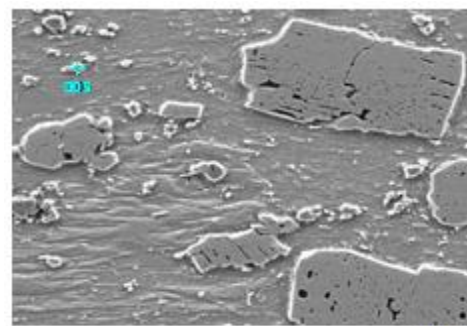
Gambar 9 menunjukkan hasil SEM-EDS pelat Zn sampel B. Pada area yang ditembak (Gambar 9a) terdapat kandungan Fe 7,00 % berat dan Zn 90,24 % berat. Dari Gambar 5-9 menunjukkan telah terjadinya mikrosegregasi dengan terbentuknya partikel $FeZnAl$ ^[7]. Berdasarkan komposisi kimia awal Zn dan hasil SEM EDS tingkat kemurnian dari pelat Zn mempengaruhi sifat mekanik dan struktur mikro yang dihasilkan dibuktikan dengan adanya unsur Fe dan Al yang membentuk partikel $FeZnAl$ karena kelarutan dari Fe dan Al sudah melewati batas kelarutan^[4].



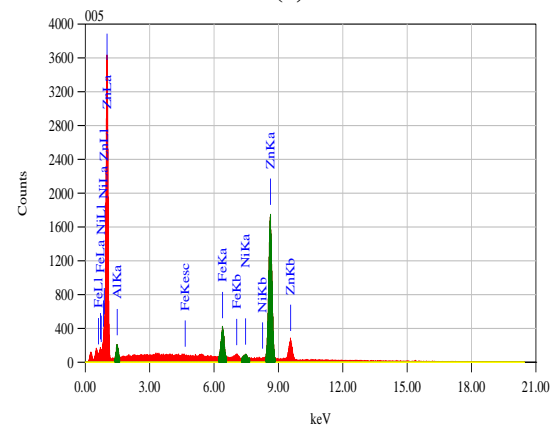
(a)



(b)



(a)



(b)

ZAF Method Standardless Quantitative Analysis
Fitting Coefficient : 0.3822

Element	(keV)	Mass%	Error%	Atom	K
Fe K	6.398	7.00	0.33	7.92	7.8845
Zn K	8.630	90.24	0.93	87.19	89.9987
Total		100.00		100.00	

Gambar 9. Hasil SEM-EDS dari pelat tipis Zn sampel B; (a) area penembakan, (b) grafik yang menunjukkan kandungan komposisi kimia sampel B.

KESIMPULAN

Karakteristik dari pelat tipis Zn hasil rol dingin untuk aplikasi anoda korban telah dipelajari. Dari studi penelitian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Tingkat kemurnian pelat Zn mempengaruhi kekerasan dan struktur mikro dari pelat Zn hasil proses rol dingin
2. Kekerasan sampel B lebih tinggi yaitu berkisar 95,63 HV dibandingkan sampel A yaitu berkisar 52,55 HV. Tingginya kekerasan pada pelat B disebabkan adanya mikrosegregasi dengan terbentuknya partikel FeZnAl dengan ukuran yang tidak homogen akibat unsur Fe dan Al yang tidak larut dalam matrik Zn. Ukuran partikel FeZnAl yang tidak homogen mengakibatkan penurunan *workability* dari pelat Zn.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anggono Juliana, Tjitro Soejono. 2000., "Studi Perbandingan Kinerja Anoda Korban Paduan Aluminium dan Paduan Zn dalam Lingkungan Air Laut". *Jurnal Teknik Mesin Universitas Kristen Petra*.
- [2] Julianto Eko. 2009., "Analisa Perbandingan Pemakaian Aluminium Cathodic Protection dan Zn Cathodic Protection Pada Pelat Badan Kapal". *Universitas Diponegoro ISSN 1829-8370*.
- [3] H. Li. 2007., "Compressive and Fatigue Damage Behavior of Commercially Pure Zn". *Elsevier*.
- [4] V.Raghavan. 2008., "Al-Fe-Zn". *Journal of Phase Equilibria and Diffusion*. Vol 29.
- [5] J.H.Liu, C.X.Huang, dkk. 2008., "Tensile Deformation and Fracture Behavior of High Purity Polycrystalline Zn". *Material Science and Engineering A 490, Elsevier*.
- [6] Maria Faur. 2006., "Effect of Hot and Cold Rolling on The Microstructure of Low Alloy Zn-Cu and Zn-Cu-Ti Zn Alloy with Improve Corrosion Resistant". Departement Material Science and Engineering. University of Politehnica Bucharest Romania.
- [7] Naniek Utama Handayani, Heru Prastawa dkk. 2007., "Analisis Faktor-faktor yang Berpengaruh Terhadap Cacat Dalam Pada Produk Slab Baja (Studi Kasus di Slab Steel Plant-2 PT Krakatau Steel)". *Jati Undip*, vol 2.