



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PENGARUH PERUBAHAN TEGANGAN DAN  
TEMPERATUR TERHADAP PEMBENTUKAN PORI PADA  
ALUMINIUM FOIL DENGAN METODA ANODISASI  
SEDERHANA DALAM LARUTAN ASAM ASETAT 0.2 M**

**TESIS**

**DEWIN PURNAMA  
0706173811**

**FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN METALURGI DAN MATERIAL  
PROGRAM STUDI KOROSI DAN PROTEKSI  
DEPOK  
JULI 2009**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PENGARUH PERUBAHAN TEGANGAN DAN TEMPERATUR  
TERHADAP PEMBENTUKAN PORI PADA ALUMINIUM  
FOIL DENGAN METODA ANODISASI SEDERHANA DALAM  
LARUTAN ASAM ASETAT 0.2 M**

**TESIS**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Magister Teknik (MT)**

**DEWIN PURNAMA  
0706173811**

**FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN METALURGI DAN MATERIAL  
PROGRAM STUDI KOROSI DAN PROTEKSI  
DEPOK  
JULI 2009**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Dewin Purnama  
NPM : 0706173811  
Program Studi : Teknik Metalurgi dan Material  
Judul Tesis : Pengaruh Perubahan Tegangan Dan Temperatur Terhadap Pembentukan Pori Pada Aluminum Foil Dengan Metoda Anodisasi Sederhana Dalam Larutan Asam Asetat 0.2 M

**Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Teknik Metalurgi dan Material Fakultas Teknik, Universitas Indonesia**

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Prof. Dr. Ir. Johny Wahyuadi, DEA ( )  
Pembimbing II : Ir. Yunita Sadeli, M.Sc ( )  
Penguji I : Ir. Rini Riastuti, M.Sc ( )  
Penguji II : Ir. Andi Rustandi, MT ( )

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 09 Juli 2009

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan tesis ini. Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik Departemen Metalurgi dan Material pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tesis ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan tesis ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Prof. Dr. Ir. Johnny Wahyuadi, DEA, selaku dosen pembimbing I yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan tesis ini;
- (2) Ir. Yunita Sadeli, M.Sc, selaku dosen pembimbing II yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan tesis ini;
- (3) orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral; dan
- (4) sahabat yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan tesis ini.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tesis ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 14 Juli 2009

Penulis

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

---

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dewin Purnama  
NPM : 0706173811  
Program Studi : Korosi dan Proteksi  
Departemen : Teknik Metalurgi Material  
Fakultas : Teknik Universitas Indonesia  
Jenis karya : Tesis

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**PENGARUH PERUBAHAN TEGANGAN DAN TEMPERATUR TERHADAP PEMBENTUKAN PORI PADA ALUMINIUM FOIL DENGAN METODA ANODISASI SEDERHANA DALAM LARUTAN ASAM ASETAT 0.2 M**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok  
Pada tanggal : 14 Juli 2009  
Yang menyatakan

(Dewin Purnama)

# DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 LATAR BELAKANG PENELITIAN	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN PENELITIAN	3
1.4 RUANG LINGKUP PENELITIAN	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>5</b>
2.1 ALUMINIUM	5
2.1.1 Aluminium Foil	7
2.2 ANODISASI	8
2.3 STRUKTUR LAPISAN OKSIDA	9
2.4 PRINSIP ANODIZING	11
2.5 PROSES PEMBENTUKAN LAPISAN OKSIDA DAN POROUS	12
2.6 FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PEMBENTUKAN LAPISAN OKSIDA ALUMINUM	17
2.6.1 Waktu Anodisasi	17
2.6.2 Jenis dan Konsentrasi Larutan Elektrolit	18

2.6.3 Tegangan dan Rapat Arus	19
2.6.4 Temperatur	20
2.7 PREPARASI PROSES ANODISASI	21
2.8 ASAM ASETAT	23
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	<b>24</b>
3.1 DIAGRAM ALIR PENELITIAN	24
3.2 PERALATAN DAN BAHAN	25
3.3 PROSEDUR PENELITIAN	26
3.3.1 Pembuatan alat penjepit sampel	26
3.3.2 Pembuatan Sampel	27
3.3.3 Preparasi Permukaan	27
3.3.4 Percobaan Anodisasi	28
3.4 PENGAMATAN DAN PENGUJIAN	30
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>32</b>
4.1 PENGAMATAN VISUAL	32
4.1.1 Temperatur anodisasi 4 °C	32
4.1.2 Temperatur anodisasi 22 °C	35
4.1.3 Temperatur anodisasi 40 °C	37
4.2 PENGAMATAN DIAMETER PORI	39
4.2.1 Pengamatan diameter pori ditinjau dari perubahan tegangan	39
4.2.2 Pengamatan diameter pori ditinjau dari perubahan temperatur	50
4.3 PENGAMATAN KETEBALAN LAPISAN OKSIDA	53
4.3.1 Pengamatan ketebalan lapisan oksida ditinjau dari perubahan tegangan	58
4.3.2 Pengamatan ketebalan lapisan oksida ditinjau dari perubahan temperatur	63
<b>BAB V KESIMPULAN</b>	<b>66</b>
<b>DAFTAR ACUAN</b>	<b>67</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>69</b>

## DAFTAR GAMBAR

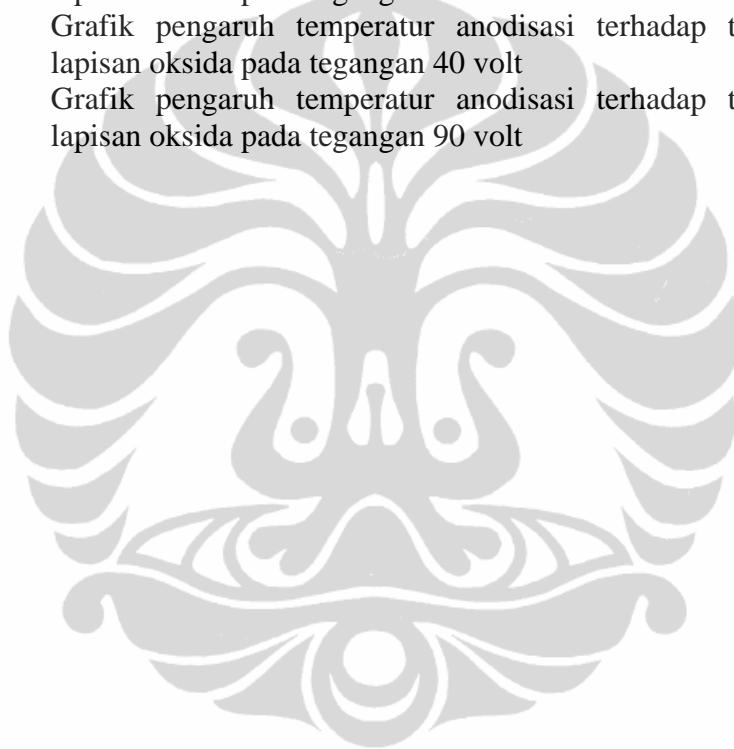
	Halaman
<b>Gambar 2.1</b>	Diagram Pourbaix Aluminium 6
<b>Gambar 2.2</b>	Contoh Aluminium Foil (a) untuk penggunaan rumah tangga (b) decorative aluminium foils 7
<b>Gambar 2.3</b>	Struktur pori lapisan hasil anodisasi 10
<b>Gambar 2.4</b>	Skema lapisan pori hasil anodisasi 11
<b>Gambar 2.5</b>	Rangkaian sel anodisasi 12
<b>Gambar 2.6</b>	Penampang melintang AAO dengan beberapa parameter untuk karakterisasi 13
<b>Gambar 2.7</b>	Ilustrasi transport ion-ion pada anoda 14
<b>Gambar 2.8</b>	Ilustrasi elektrolisis air pada persinggungan oksida/elektrolit 14
<b>Gambar 2.9</b>	Skematis daerah pembentukan dan pelarutan oksida di persinggungan Al-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> pada lapisan <i>barrier</i> 15
<b>Gambar 2.10</b>	Tahapan pembentukan lapisan porous 16
<b>Gambar 2.11</b>	Grafik pengaruh waktu anodisasi terhadap berat lapisan 17
<b>Gambar 2.12</b>	Beberapa parameter yang mempengaruhi diameter pori 18
<b>Gambar 2.13</b>	Pengaruh konsentrasi asam oksalat terhadap diameter pori 19
<b>Gambar 2.14</b>	Pengaruh konsentrasi asam sulfat dan tegangan terhadap diameter pori 19
<b>Gambar 2.15</b>	Pengaruh peningkatan tegangan terhadap: (a) jarak antar pori, (b) diameter pori, (c) ketebalan dinding pori, dan (d) ketebalan lapisan <i>barrier</i> 20
<b>Gambar 2.16</b>	Pengaruh temperatur terhadap: (atas) kekerasan, (tengah) ketahanan aus, (bawah) diameter pori 21
<b>Gambar 3.1</b>	Diagram alir penelitian 24
<b>Gambar 3.2</b>	Alat Penjepit Sampel 27
<b>Gambar 3.3</b>	Rangkaian sel anodisasi penelitian 29
<b>Gambar 3.4</b>	Sampel aluminium foil hasil mounting melintang 31
<b>Gambar 3.5</b>	Mesin Amplas 31
<b>Gambar 4.1</b>	Foto permukaan sampel sebelum dianodisasi dengan larutan CH <sub>3</sub> COOH 0,2 M 32
<b>Gambar 4.2</b>	Foto permukaan sampel setelah dianodisasi dengan larutan CH <sub>3</sub> COOH 0,2 M, temperatur 4 °C, tegangan 10 volt 32



<b>Gambar 4.3</b>	Foto permukaan sampel setelah dianodisasi dengan larutan CH <sub>3</sub> COOH 0,2 M, temperatur 4 °C, tegangan 40 volt	33
<b>Gambar 4.4</b>	Foto permukaan sampel setelah dianodisasi dengan larutan CH <sub>3</sub> COOH 0,2 M, temperatur 4 °C, tegangan 70 volt	33
<b>Gambar 4.5</b>	Foto permukaan sampel setelah dianodisasi dengan larutan CH <sub>3</sub> COOH 0,2 M, temperatur 4 °C, tegangan 90 volt	33
<b>Gambar 4.6</b>	Foto permukaan sampel setelah dianodisasi dengan larutan CH <sub>3</sub> COOH 0,2 M, temperatur 4 °C, tegangan 120 volt	34
<b>Gambar 4.7</b>	Foto permukaan sampel setelah dianodisasi dengan larutan CH <sub>3</sub> COOH 0,2 M, temperatur 22 °C, tegangan 10 volt	35
<b>Gambar 4.8</b>	Foto permukaan sampel setelah dianodisasi dengan larutan CH <sub>3</sub> COOH 0,2 M, temperatur 22 °C, tegangan 40 volt	35
<b>Gambar 4.9</b>	Foto permukaan sampel setelah dianodisasi dengan larutan CH <sub>3</sub> COOH 0,2 M, temperatur 22 °C, tegangan 70 volt	35
<b>Gambar 4.10</b>	Foto permukaan sampel setelah dianodisasi dengan larutan CH <sub>3</sub> COOH 0,2 M, temperatur 22 °C, tegangan 90 volt	36
<b>Gambar 4.11</b>	Foto permukaan sampel setelah dianodisasi dengan larutan CH <sub>3</sub> COOH 0,2 M, temperatur 22 °C, tegangan 120 volt	36
<b>Gambar 4.12</b>	Foto permukaan sampel setelah dianodisasi dengan larutan CH <sub>3</sub> COOH 0,2 M, temperatur 40 °C, tegangan 10 volt	37
<b>Gambar 4.13</b>	Foto permukaan sampel setelah dianodisasi dengan larutan CH <sub>3</sub> COOH 0,2 M, temperatur 40 °C, tegangan 40 volt	37
<b>Gambar 4.14</b>	Foto permukaan sampel setelah dianodisasi dengan larutan CH <sub>3</sub> COOH 0,2 M, temperatur 40 °C, tegangan 70 volt	38
<b>Gambar 4.15</b>	Foto permukaan sampel setelah dianodisasi dengan larutan CH <sub>3</sub> COOH 0,2 M, temperatur 40 °C, tegangan 90 volt	38
<b>Gambar 4.16</b>	Foto permukaan sampel setelah dianodisasi dengan larutan CH <sub>3</sub> COOH 0,2 M, temperatur 40 °C, tegangan 120 volt	38
<b>Gambar 4.17</b>	Foto makro sampel setelah dianodisasi dengan larutan CH <sub>3</sub> COOH 0,2 M, temperatur 4 °C, potensial 10 volt, pembesaran 10 X	39
<b>Gambar 4.18</b>	Foto makro sampel setelah dianodisasi dengan larutan CH <sub>3</sub> COOH 0,2 M, temperatur 4 °C, potensial 40 volt, pembesaran 10 X	40

<b>Gambar 4.19</b>	Foto makro sampel setelah dianodisasi dengan larutan $\text{CH}_3\text{COOH}$ 0,2 M, temperatur 4 °C, potensial 90 volt, pembesaran 10 X	40
<b>Gambar 4.20</b>	Grafik pengaruh potensial anodisasi terhadap diameter pori lapisan oksida pada temperatur 4 °C	41
<b>Gambar 4.21</b>	Grafik pengaruh rapat arus terhadap ketebalan lapisan oksida	44
<b>Gambar 4.22</b>	Foto makro sampel setelah dianodisasi dengan larutan $\text{CH}_3\text{COOH}$ 0,2 M, temperatur 22 °C, potensial 10 volt, pembesaran 10 X	45
<b>Gambar 4.23</b>	Foto makro sampel setelah dianodisasi dengan larutan $\text{CH}_3\text{COOH}$ 0,2 M, temperatur 22 °C, potensial 40 volt, pembesaran 10 X	46
<b>Gambar 4.24</b>	Foto makro sampel setelah dianodisasi dengan larutan $\text{CH}_3\text{COOH}$ 0,2 M, temperatur 22 °C, potensial 90 volt, pembesaran 10 X	46
<b>Gambar 4.25</b>	Grafik pengaruh potensial anodisasi terhadap diameter pori lapisan oksida pada temperatur 22 °C	47
<b>Gambar 4.26</b>	Foto makro sampel setelah dianodisasi dengan larutan $\text{CH}_3\text{COOH}$ 0,2 M, temperatur 40 °C, potensial 10 volt, pembesaran 10 X	48
<b>Gambar 4.27</b>	Foto makro sampel setelah dianodisasi dengan larutan $\text{CH}_3\text{COOH}$ 0,2 M, temperatur 40 °C, potensial 40 volt, pembesaran 10 X	48
<b>Gambar 4.28</b>	Foto makro sampel setelah dianodisasi dengan larutan $\text{CH}_3\text{COOH}$ 0,2 M, temperatur 40 °C, potensial 90 volt, pembesaran 10 X	49
<b>Gambar 4.29</b>	Grafik pengaruh potensial anodisasi terhadap diameter pori lapisan oksida pada temperatur 40 °C	50
<b>Gambar 4.30</b>	Grafik pengaruh temperatur anodisasi terhadap diameter pori lapisan oksida pada potensial 10 volt	51
<b>Gambar 4.31</b>	Grafik pengaruh temperatur anodisasi terhadap diameter pori lapisan oksida pada potensial 40 volt	52
<b>Gambar 4.32</b>	Grafik pengaruh temperatur anodisasi terhadap diameter pori lapisan oksida pada potensial 90 volt	53
<b>Gambar 4.33</b>	Foto SEM ketebalan oksida pada temperatur 4 °C, tegangan 10 volt	54
<b>Gambar 4.34</b>	Foto SEM ketebalan oksida pada temperatur 4 °C, tegangan 40 volt	54
<b>Gambar 4.35</b>	Foto SEM ketebalan oksida pada temperatur 4 °C, tegangan 90 volt	55
<b>Gambar 4.36</b>	Foto SEM ketebalan oksida pada temperatur 22 °C, tegangan 10 volt	55
<b>Gambar 4.37</b>	Foto SEM ketebalan oksida pada temperatur 22 °C, tegangan 40 volt	56
<b>Gambar 4.38</b>	Foto SEM ketebalan oksida pada temperatur 22 °C, tegangan 90 volt	56
<b>Gambar 4.39</b>	Foto SEM ketebalan oksida pada temperatur 40 °C,	57

	tegangan 10 volt	
<b>Gambar 4.40</b>	Foto SEM ketebalan oksida pada temperatur 40 °C, tegangan 40 volt	57
<b>Gambar 4.41</b>	Foto SEM ketebalan oksida pada temperatur 40 °C, tegangan 90 volt	58
<b>Gambar 4.42</b>	Grafik pengaruh tegangan anodisasi terhadap tebal lapisan oksida pada temperatur 4 °C	60
<b>Gambar 4.43</b>	Grafik pengaruh tegangan anodisasi terhadap tebal lapisan oksida pada temperatur 22 °C	60
<b>Gambar 4.44</b>	Grafik pengaruh tegangan anodisasi terhadap tebal lapisan oksida pada temperatur 40 °C	61
<b>Gambar 4.45</b>	Grafik pengaruh temperatur anodisasi terhadap tebal lapisan oksida pada tegangan 10 volt	64
<b>Gambar 4.46</b>	Grafik pengaruh temperatur anodisasi terhadap tebal lapisan oksida pada tegangan 40 volt	65
<b>Gambar 4.47</b>	Grafik pengaruh temperatur anodisasi terhadap tebal lapisan oksida pada tegangan 90 volt	65



## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 2.1</b>	Karakterisasi asam asetat 23
<b>Tabel 4.1</b>	Hasil pengukuran diameter pori lapisan oksida pada temperatur anodisasi 4 °C di tegangan yang berbeda 41
<b>Tabel 4.2</b>	Standar proses anodisasi 42
<b>Tabel 4.3</b>	Hasil pengukuran diameter pori lapisan oksida pada temperatur anodisasi 22 °C di tegangan yang berbeda 47
<b>Tabel 4.4</b>	Hasil pengukuran diameter pori lapisan oksida pada temperatur anodisasi 40 °C di tegangan yang berbeda 49
<b>Tabel 4.5</b>	Hasil pengukuran diameter pori lapisan oksida pada potensial anodisasi 10 volt di temperatur yang berbeda 51
<b>Tabel 4.6</b>	Hasil pengukuran diameter pori lapisan oksida pada potensial anodisasi 40 volt di temperatur yang berbeda 52
<b>Tabel 4.7</b>	Hasil pengukuran diameter pori lapisan oksida pada potensial anodisasi 90 volt di temperatur yang berbeda 53
<b>Tabel 4.8</b>	Hasil pengukuran ketebalan lapisan oksida pada temperatur anodisasi 4 °C di tegangan yang berbeda 59
<b>Tabel 4.9</b>	Hasil pengukuran ketebalan lapisan oksida pada temperatur anodisasi 22 °C di tegangan yang berbeda 59
<b>Tabel 4.10</b>	Hasil pengukuran ketebalan lapisan oksida pada temperatur anodisasi 4 °C di tegangan yang berbeda 59
<b>Tabel 4.11</b>	Hasil pengukuran ketebalan lapisan oksida pada tegangan anodisasi 10 volt di temperatur yang berbeda 63
<b>Tabel 4.12</b>	Hasil pengukuran ketebalan lapisan oksida pada tegangan anodisasi 40 volt di temperatur yang berbeda 64
<b>Tabel 4.13</b>	Hasil pengukuran ketebalan lapisan oksida pada tegangan anodisasi 90 volt di temperatur yang berbeda 64