

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH VARIASI ARUS LISTRIK TERHADAP KEKERASAN  
PERMUKAAN DAN KETEBALAN LAPISAN OKSIDA HASIL  
*ANODIZING* ALUMINIUM SERI 5**

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya  
Diploma III Pada Program Vokasi Program Studi Teknik Mesin  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh :

**ARIEF RACHMAN SIDIQ**

20143020094

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
PROGRAM VOKASI  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2017**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**TUGAS AKHIR**

**”PENGARUH VARIASI ARUSLISTRIK TERHADAP KEKERASAN  
PERMUKAAN DAN KETEBALAN LAPISAN OKSIDA HASIL  
ANODIZING ALUMINIUM SERI 5”**

**Disusun Oleh :**

**ARIEF RACHMAN SIDIQ**  
**20143020094**

Telah disetujui dan disahkan pada tanggal, Juni 2017 untuk dipertahankan di  
depan Dewan Penguji Tugas Akhir Program Studi D3 Teknik Mesin  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Dosen Pembimbing 1

**Andika Wisnujati, S.T., M.Eng**  
**NIK. 19830812201210183001**

Yogyakarta, Juni 2017  
Ketua Program Studi Teknik Mesin

**Andika Wisnujati, S.T., M.Eng**  
**NIK. 19830812201210183001**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**“PENGARUH VARIASI ARUS LISTRIK TERHADAP KEKERASAN  
PERMUKAAN DAN KETEBALAN LAPISAN OKSIDA HASIL  
ANODIZING ALUMINIUM SERI 5”**

**Disusun Oleh :**

**ARIEF RACHMAN SIDIQ**

**20143020094**

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir  
Program Studi D3 Teknik Mesin Program Vokasi  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta  
Pada Tanggal, Juni 2017 dan Dinyatakan telah memenuhi syarat guna  
memperoleh gelar Ahli Madya

**Susunan Penguji**

**Nama Lengkap dan Gelar**

**Tanda Tangan**

Ketua	: Andika Wisnujati, S.T., M.Eng	.....
Penguji 1	: Sotya Anggoro, S.T., M.Eng	.....
Penguji 2	: Muh. Abdus Shomad, S.T., S.Sos.I., M.Eng	.....

Yogyakarta, Juni 2017

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN PROGRAM VOKASI  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

Direktur Program Vokasi  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

**Dr. Bambang Jatmiko, S.E., M.Si**  
**NIK. 19650601201210143092**

## **SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : ARIEF RACHMAN SIDIQ  
NIM : 20143020094  
Prodi : D3 Teknik Mesin Program Vokasi  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Dengan ini saya menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir berjudul **“PENGARUH VARIASI ARUS LISTRIK TERHADAP KEKERASAN PERMUKAAN DAN KETEBALAN LAPISAN OKSIDA HASIL ANODIZING ALUMINIUM SERI 5”** ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya/kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, Juni 2017

ARIEF RACHMAN SIDIQ

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Dia memberikan hikmah (ilmu yang berguna) kepada siapa yang dikehendaki-Nya. Barang siapa yang mendapat hikmah itu sesungguhnya ia telah mendapat kebajikan yang banyak. Dan tiadalah yang menerima peringatan melainkan orang-orang yang bertawakal. (Q.S. Al-Baqarah: 269)

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk:

- ❖ Ibunda dan Ayahanda tercinta, Ibu Sri Banarsih dan Bpk. Karsim terimakasih atas kasih sayang dan dukungan yang kalian berikan.
- ❖ Kakak tersayang, telah memberikan motivasi, nasehat serta dukungan.
- ❖ Bapak Andika Wisnujati, S.T., M.Eng. Selaku dosen pembimbing tugas akhir.
- ❖ Bapak Sotya Anggoro, S.T., M.Eng. Selaku dosen penguji tugas akhir.
- ❖ Bapak Muh. Abdus Shomad, S.T., S.Sos.I., M.Eng. Selaku dosen penguji tugas akhir.
- ❖ Teman-teman Teknik Mesin Program Vokasi UMY semua angkatan, terutama TM C 2014 yang selalu memberi dukungan satu sama lain.

## MOTTO

*“Sesungguhnya Allah tidak mengubah suatu kaum, sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri sendiri”.*

*(Al-Qur'an, Surat Ar-Ra'd:11)*

*“Waktu tidak akan berkembang baik, tidak memanjang, tidak berhenti, tidak kembali ke belakang dan terus berjalan kedepan. Penyaliran waktu berarti penyaliran kehidupan, apa saja yang telah hilang dapat dicari kecuali waktu. (Awadh bin Muhammad Al-Qarni)*

*Hasil bukanlah utama, lebih utama proses menuju hasil.*

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>v</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR NOTASI.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>xv</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>xvii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xviii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Identifikasi Masalah .....	3
1.3. Rumusan Masalah .....	3
1.4. Batasan Masalah .....	4
1.5. Tujuan Penelitian .....	4
1.6. Manfaat Penelitian .....	5
1.7. Metode Penelitian .....	6
1.8. Sistematika Penulisan.....	6

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI**

2.1. Kajian Pustaka .....	8
2.2. Landasan Teori .....	11
2.2.1. Pengertian <i>Anodizing</i> .....	11
2.2.2. Jenis-jenis <i>Anodizing</i> .....	12
2.2.3. Klasifikasi <i>Anodizing</i> .....	13
2.2.4. Aluminium .....	16
2.2.5. Aluminium Seri 5 .....	18
2.2.6. <i>Anodizing</i> Menurut Sumber Arus .....	19
2.2.7. Proses <i>Anodizing</i> .....	20
2.2.8. Rapat Arus .....	25
2.2.9. Pembentukan Lapisan Oksida .....	26
2.2.10. Pengujian Kekerasan dan Ketebalan Lapisan Oksida .....	29
2.2.11. Sifat Penerapan <i>Anodizing</i> .....	32

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1. Tempat dan Waktu Pelaksanaan .....	34
3.2. Metodologi Penelitian .....	34
3.3. Diagram Alir Penelitian .....	35
3.4. Alat dan Bahan Penelitian .....	37
3.4.1. Alat Penelitian .....	37
3.4.2. Bahan Penelitian .....	42
3.5. Tahapan-tahapan Proses <i>Anodizing</i> .....	46
3.6. Pelaksanaan Pengujian .....	53
3.6.1. Pengujian Kekerasan Makro <i>Vickers</i> .....	53
3.6.2. Pengujian Ketebalan Lapisan Oksida .....	54



## **BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

4.1. Hasil Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i> pada Permukaan Aluminium ..	56
4.2. Hasil Pengujian <i>Coating Thickness Gauge</i> .....	61

## **BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan .....	64
5.2 Saran .....	65

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Skema Elektroda proses <i>Anodic Oxidation</i> .....	14
Gambar 2.2. Proses <i>Anodizing</i> .....	21
Gambar 2.3. Rangkaian Proses <i>Anodic Oxidation</i> .....	22
Gambar 2.4. Grafik Rapat Arus Terhadap Ketebalan Lapisan Oksida...	25
Gambar 2.5. Struktur Lapisan Aluminium Oksida .....	26
Gambar 2.6. Skema Lapisan Pori Aluminium Oksida.....	27
Gambar 2.7. Tahapan Pembentukan Lapisan Oksida .....	29
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian .....	35
Gambar 3.2. <i>DC Power Supply</i> .....	37
Gambar 3.3. Kabel Penghubung.....	38
Gambar 3.4. Bak Plastik.....	38
Gambar 3.5. Thermometer .....	39
Gambar 3.6. Gelas Ukur Plastik .....	39
Gambar 3.7. <i>Stopwatch</i> .....	40
Gambar 3.8. Timbangan Digital .....	40
Gambar 3.9. Alat Uji <i>Coating Thickness Gauge</i> .....	41
Gambar 3.10. Alat Uji Kekerasan.....	41
Gambar 3.11. Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ) .....	42
Gambar 3.12. <i>Phosporic Acid</i> ( $H_3PO_4$ ).....	42
Gambar 3.13. Asam Cuka/Asam Asetat ( $CH_3CO_2H$ ).....	43
Gambar 3.14. Pewarna <i>Anodizing</i> .....	43
Gambar 3.15. Soda Api (NaOH) .....	44
Gambar 3.16. Deterjen Murni/Natrium Karbonat ( $Na_2CO_3$ ) .....	44
Gambar 3.17. Air RO ( <i>Reverse Osmosis</i> ) .....	45

Gambar 3.18. Spesimen .....	45
Gambar 3.19. Plat Aluminium Penghantar .....	46
Gambar 3.20. Proses Pengamplasan .....	47
Gambar 3.21. Proses <i>Cleaning</i> .....	48
Gambar 3.22. Proses <i>Etching</i> .....	49
Gambar 3.23. Proses <i>Desmut</i> .....	50
Gambar 3.24. Pengukuran Suhu .....	51
Gambar 3.25. Proses <i>Anodic Oxidation</i> .....	51
Gambar 3.26. Proses Pewarnaan ( <i>Dyeing</i> ) .....	52
Gambar 3.27. Proses <i>Sealing</i> .....	53
Gambar 3.28. Pengujian <i>Makro Vickers</i> Serta Bentuk Indentor.....	54
Gambar 4.1. Spesimen Aluminium Seri 5 Setelah Proses <i>Anodizing</i> .....	56
Gambar 4.2. Distribusi Injakan Pada Pengujian <i>Makro Vickers</i> .....	57
Gambar 4.3. Grafik Perbandingan Antara Nilai Kekerasan (VHN) Dengan Variasi Arus Listrik Pada Proses <i>Anodizing</i> .....	60
Gambar 4.4. Grafik Perbandingan Antara Ketebalan Lapisan Oksida Dengan Variasi Arus Listrik Pada Proses <i>Anodizing</i> .....	62

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Komposisi Aluminium Seri 5 .....	18
Tabel 4.1. Hasil Pengujian dan Perhitungan Kekerasan <i>Raw Material</i> ..	59
Tabel 4.2. Hasil Pengujian dan Perhitungan Kekerasan Pada Permukaan Setelah Proses <i>Anodizing</i> .....	59
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Ketebalan Lapisan Oksida Menggunakan Alat Uji <i>Coating Thickness Gauge</i> Setelah Proses <i>Anodizing</i> Dengan Variasi Kuat Arus 1 Ampere, 3 Ampere Dan 5 Ampere .....	61

## DAFTAR NOTASI

- VHN : Vickers Hardness Number (kg/mm<sup>2</sup>)
- P : Beban yang digunakan (kgf)
- d : Panjang diagonal rata-rata ( $\mu\text{m}$ ), dengan drata-rata =  $d_2$
- m : Massa zat atom (g)
- $\mu\text{m}$  : Mikron meter (satuan ukur)
- AR : Massa atom
- n : Jumlah zat (mol)
- i : Arus listrik (ampere)
- F : Tetapan Faraday (1 Faraday = 96485 coulomb/mol)
- z : Jumlah elektron yang ditransfer per ion
- t : Waktu (detik)
- V : Tegangan Listrik (volt)
- A : Arus Listrik (Ampere)
- Kgf : Kilogram force (satuan berat/tekanan)

## **DAFTAR LAMPIRAN**

1. Tabel Data Hasil Pengujian Kekerasan / Vickers Dari Laboratorium Bahan Teknik Program Diploma Teknik Mesin Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada.
2. Tabel Data Hasil Pengujian Ketebalan lapisan Oksida Dari Laboratorium Bahan Teknik Program Diploma Teknik Mesin Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada.

## KATA PENGANTAR



Puji syukur Alhamdulillah saya panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **”PENGARUH VARIASI ARUS LISTRIK TERHADAP KEKERASAN PERMUKAAN DAN KETEBALAN LAPISAN OKSIDA HASIL ANODIZING ALUMINIUM SERI 5”**. Tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan akademis menyelesaikan Program Diploma-3 pada Jurusan Teknik Mesin, Program Vokasi, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Dengan terselesaikannya Tugas Akhir ini saya ucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Bambang Jatmiko, S.E., M.Si. selaku Direktur Program Vokasi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberi kami kesempatan menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Andika Wisnujati, S.T., M.Eng. Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta sekaligus sebagai dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktunya untuk memberi bimbingan dan petunjuk sampai Tugas Akhir ini selesai.
3. Bapak Sotya Anggoro, S.T., M.Eng. Selaku dosen penguji Tugas Akhir ini.
4. Bapak Muh. Abdus Shomad, S.T., S.Sos.I., M.Eng. Selaku dosen penguji Tugas Akhir ini.
5. Ayahanda Karsim, Ibunda Sri Banarsih, serta seluruh keluarga atas dukungan morilnya selama ini.

6. Rekan-rekan seperjuangan D-3 Teknik Mesin 2014, Solidarity “M” Forever.
7. Seluruh pihak yang telah membantu saya, yang tak dapat saya sebutkan semua satu per satu. Karena keterbatasan dalam pengetahuan dan pengalaman, kami menyadari bahwa terdapat banyak kekurangan dalam Tugas Akhir ini. Maka kritik dan saran dari anda sangat saya harapkan untuk pengembangan selanjutnya. Besar harapan saya, sekecil apapun informasi yang ada di buku saya ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Yogyakarta, Juni 2017

Penulis

Arief Rachman Sidiq  
NIM. 20143020094



**PENGARUH VARIASI ARUS LISTRIK TERHADAP KEKERASAN  
PERMUKAAN DAN KETEBALAN LAPISAN OKSIDA HASIL  
ANODIZING ALUMINIUM SERI 5**

Arief Rachman Sidiq<sup>1</sup>, Andika Wisnujati<sup>2</sup>

Jurusan D3 Teknik Mesin Program Vokasi Universitas Muhammadiyah  
Yogyakarta

Jl.Lingkar Selatan Tamantirto, Bantul, Yogyakarta 55183 telp : (0274) 387656

E-mail : [rachsid.jr@gmail.com](mailto:rachsid.jr@gmail.com)

**ABSTRAK**

*Anodizing* merupakan proses pelapisan secara elektrolisis yang merubah aluminium menjadi aluminium oksida, pada permukaan yang akan dilapisi. Proses *anodizing* banyak digunakan dalam industri manufaktur khususnya dibidang otomotif karena banyak mempunyai keunggulan antara lain : tahan terhadap goresan, mudah dalam perawatan dan menambah nilai dekoratif. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui bagaimana pengaruh variasi arus listrik terhadap kekerasan permukaan dan ketebalan lapisan oksida dalam proses *anodizing* aluminium seri 5.

Spesimen penelitian ini adalah plat aluminium seri 5, dengan dimensi panjang 40 mm, lebar 30 mm dan tebal 8 mm. Spesimen di amplas dengan 3 kali proses pengamplasan menggunakan amplas logam seri P1000, P2000, dan C5000 yang dilanjutkan dengan proses *cleaning* dengan larutan natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) konsentrasi 50 gram/1000 ml air reverse osmosis. Dilanjutkan dengan proses *etching*, *desmut*, *anodizing* menggunakan konsentrasi larutan asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 400 ml berbanding 600 ml air reverse osmosis. Variasi arus listrik yang digunakan pada proses *anodizing* sebesar 1 Ampere, 3 Ampere, 5 Ampere, dengan waktu pencelupan 15 menit dan tegangan konstan 24 Volt. Setelah itu dilakukan proses *dyeing* dan *sealing*. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian kekerasan (*vikers*) dan ketebalan lapisan oksida (*coating thickness gauge*).

Hasil dari pengujian kekerasan rata-rata yaitu sebesar 57.52 VHN, 55.26 VHN, dan 54.73 VHN secara berurutan. Nilai kekerasan tertinggi sebesar 57.52 VHN didapat pada arus listrik 1 Ampere, kemudian nilai ketebalan lapisan oksida tertinggi pada proses *anodizing* terdapat pada kuat arus 5 Ampere sebesar 6.40  $\mu\text{m}$ . Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin besar arus yang digunakan, nilai kekerasan aluminium menurun dan ketebalan lapisan oksida bertambah.

**Kata kunci : Anodizing, aluminium seri 5, variasi arus, kekerasan, dan ketebalan lapisan oksida.**

**THE EFFECT OF ELECTRIC CURRENT VARIATION ON SURFACE  
HARDNESS AND THICKNESS OF OXIDE COATING RESULTED FROM  
ANODIZING ALUMINUM SERIES 5**

Arief Rachman Sidiq<sup>1</sup>, Andika Wisnujati<sup>2</sup>  
Jurusan D3 Teknik Mesin Program Vokasi Universitas Muhammadiyah  
Yogyakarta  
Jl.Lingkar Selatan Tamantirto, Bantul, Yogyakarta 55183 telp : (0274) 387656  
E-mail : [rachsid.jr@gmail.com](mailto:rachsid.jr@gmail.com)

**ABSTRACT**

*Anodizing is an electrolytic coating process that converts aluminum into aluminum oxide, on the surface being coated. Anodizing process is widely used in manufacturing industry, especially in the automotive field because it has many advantages such as: resistant to scratches, easy to care and add decorative value. The purpose of this research is to find out the effect of electric current variation on surface hardness and oxide layer thickness in anodizing aluminum process of series 5.*

*Specimens of the study is aluminum plate series 5, with dimensions 40 mm long, 30 mm wide and 8 mm thick. The specimen was sandpaper with 3 times sanding process using P1000, P2000 and C5000 series metal sandpaper followed by cleaning process with sodium carbonate ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) solution concentration 50 gram / 1000 ml reverse osmosis water. The process is then followed by etching, desmut, anodizing process using a concentration of 400 ml sulfuric acid ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) solution per 600 ml of reverse osmosis water. Variations of electric current used in the anodizing process are 1 Ampere, 3 Ampere, 5 Ampere, with a dyeing time of 15 minutes and a constant voltage of 24 Volts. It is then followed by dyeing and sealing process. Tests carried out in this study include testing of hardness (vikers) and the thickness of the oxide layer (coating thickness gauge).*

*The results of the hardness testing were averagely 57.52 VHN, 55.26 VHN, and 54.73 VHN respectively. The highest hardness value is 57.52 VHN wich is obtained at 1 Ampere electric current, then the highest oxide coating thickness value in the anodizing process is 6.4  $\mu\text{m}$  in the electric current at 5 Ampere. From these results it can be concluded that the greater the current is used, the aluminum hardness value decreases and the oxide layer thickness increases.*

**Keywords:** *Anodizing, aluminum 5 series, current variation, hardness, and oxide layer thickness.*