

**PENGARUH VARIASI WAKTU *ANODIZING* TERHADAP
STRUKTUR PERMUKAAN, KETEBALAN LAPISAN OKSIDA
DAN KEKERASAN ALUMINIUM 1XXX**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat
Strata-1 Pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik,
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



Disusun Oleh :

SULAKSONO CAHYO PRABOWO

NIM : 20110130133

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

2016

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR
PENGARUH VARIASI WAKTU *ANODIZING* TERHADAP STRUKTUR
PERMUKAAN, KETEBALAN LAPISAN OKSIDA DAN KEKERASAN
ALUMINIUM 1XXX

Disusun Oleh :

Sulaksono Cahyo Prabowo
20110130133

Telah Di Pertahankan Di Depan Tim Penguji
Pada Tanggal Desember 2016

Susunan Tim Penguji :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.D.
NIK. 19700301199509 123 002

M. Budi Nur Rahman, S.T., M.Eng.
NIK. 19790523 200501 1 001

Penguji

Harini Sosiati, M. Eng., Ph.D.
NIK. 19591220 201510 123088

Tugas Akhir Ini Telah Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh
Gelar S-1 Sarjana Teknik Pada Tanggal Desember 2016

Mengesahkan

Atas Nama Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Novi Caroko, S.T, M.Eng.
NIP. 19791113 200501 1 101

MOTTO

“Lakukanlah yang terbaik dalam hidup dan biarlah tuhan yang menentukan arahnya”

(Sulaksono Cahyo Prabowo)

”Sesungguhnya Allah tidak merubah keadaan sesuatu kaum sehingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri.

(QS. Ar-Ra'd ayat 11)

”Karena sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan.

Sesungguhnya bersama kesulitan itu pasti ada kemudahan.

(Q.S Al-Insyirah ayat 5)

“when something is important enough, you must do it even if the odds are not in your favor”

(Elon musk)

Just do it

(Nike)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama: Sulaksono Cahyo Prabowo

NIM : 20110130133

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir yang berjudul :

Pengaruh variasi waktu *anodizing* terhadap struktur permukaan, ketebalan lapisan oksida dan kekerasan aluminium 1XXX adalah hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya orang lain. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar benarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik bila ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar

Yogyakarta, Desember 2016

Yang menyatakan,

Sulaksono Cahyo Prabowo
20110130133

PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini saya persembahkan kepada :

- Ucapan syukur Alhamdulillah saya ucapkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia yang telah diberikan.
- Orangtua tercinta, Bapak Suhartono dan Ibu Ratna Ningsih. terimakasih atas do'a, kasih sayang dan dukungannya hingga saat ini.
- Kakak-kakak tersayang yang telah memberikan motivasi dan kepercayaan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
- Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T, Ph.D, dan Muhammad Budi Nur Rahman, S.T, M.Eng. Selaku dosen pembimbing tugas akhir.
- Ibu Harini Sosiati, M.Eng., Ph.D. Selaku dosen penguji pendadaran.
- Teman-teman Teknik Mesin UMY, terkhusus untuk TM 2011 atas segala bantuan dan dukungannya. *Solidarity forever.*

INTISARI

Aluminium 1XXX adalah jenis logam yang banyak digunakan di industri manufaktur. Namun demikian aluminium 1XXX memiliki sifat yang lunak dan mudah terdeformasi. Salah satu cara untuk meningkatkan sifat fisik dan mekaniknya adalah dengan *anodizing*. *Anodizing* adalah proses elektrolisis yang bertujuan untuk mengoksidasi aluminium sehingga terbentuk suatu lapisan oksida yang keras, sehingga dapat meningkatkan ketahanan terhadap deformasi. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh variasi waktu pencelupan *anodizing* terhadap sifat fisik dan mekanik aluminium 1XXX.

Spesimen yang digunakan adalah aluminium 1XXX, berdimensi 50 mm x 30 mm, tebal 2.8 mm. Proses preparasi awal yaitu pengamplasan, dilanjutkan dengan proses *cleaning* lalu proses etsa dan desmut. Selanjutnya spesimen di *anodizing* menggunakan larutan asam sulfat dengan konsentrasi 40%, intensitas arus 50 Ampere/dm², tegangan 18 Volt dan variasi waktu pencelupan 5, 10 dan 15 menit. Setelah *anodizing* selesai spesimen lalu di *sealing* dengan suhu 90-95 °C. Proses pengujian meliputi uji struktur permukaan dengan foto makro dan SEM, lalu uji ketebalan lapisan oksida dengan foto optik dan uji kekerasan dengan *micro vickers*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi waktu *anodizing* dapat mempengaruhi struktur permukaan, ketebalan lapisan oksida dan kekerasan permukaan pada aluminium 1XXX. Struktur makro permukaan setelah *anodizing* membentuk suatu lapisan berbutir yang terbentuk maksimal pada waktu pencelupan 10 menit. Struktur mikro permukaan memperlihatkan adanya pori-pori yang mengindikasikan terbentuknya lapisan oksida. Pada kekerasan permukaan setelah *anodizing* menunjukkan adanya peningkatan. Kekerasan tertinggi terdapat pada spesimen pada waktu pencelupan 15 menit yaitu 55,16 VHN, standar deviasi $\pm 1,90$. Pada lapisan oksida menunjukkan peningkatan ketebalan setelah di *anodizing*. Ketebalan tertinggi terdapat pada spesimen pada waktu pencelupan 15 menit dengan tebal lapisan 56,8 μm .

Kata kunci : Aluminium 1XXX, *anodizing*, struktur makro, lapisan oksida, struktur mikro, kekerasan permukaan.

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah Hirobbil Alamin, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas rahmat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul : “Pengaruh variasi waktu anodizing terhadap struktur permukaan, ketebalan lapisan oksida dan kekerasan aluminium 1XXX”. Tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan akademis menyelesaikan program Strata-1 pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Dengan terselesaikannya Tugas Akhir ini penulis ucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.D, dan Bapak Muhammad Budi Nur Rahman, S.T, M.Eng. Selaku dosen pembimbing tugas akhir yang senantiasa meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Harini Sosiati, M.Eng., Ph.D. Selaku dosen penguji pendadaran yang telah memberikan masukan ataupun saran dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Bapak Novi Caroko S.T, M.Eng selaku ketua jurusan Teknik Mesin yang telah memberi bantuan dalam pengesahan laporan Tugas Akhir ini.
4. Orangtua tercinta, Bapak Suhartono dan Ibu Ratna Ningsih. Terimakasih atas do’a, kasih sayang dan dukungannya hingga saat ini.
5. Teman-teman Teknik Mesin UMY, terkhusus untuk TM 2011 atas segala bantuan dan dukungannya. *Solidarity forever.*
6. Seluruh pihak yang telah membantu, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu. Karena keterbatasan dalam pengetahuan dan waktu dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini..

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk pengembangan Tugas Akhir ini. Besar harapan penulis agar informasi yang terdapat pada laporan tugas Akhir ini dapat bermanfaat untuk semua pihak.

Yogyakarta, Desember 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i	
LEMBAR PENGESAHAN PENDADARAN.....	ii	
MOTTO.....	iii	
PERNYATAAN	iv	
HALAMAN PERSEMBAHAN	v	
INTISARI.....	vi	
KATA PENGANTAR.....	vii	
DAFTAR ISI.....	viii	
DAFTAR GAMBAR.....	x	
DAFTAR TABEL.....	xii	
LAMPIRAN.....	xiii	
DAFTAR NOTASI.....	xiv	
BAB I PENDAHULUAN		
1.1 Latar Belakang	1	
1.2 Rumusan Masalah.....	2	
1.3 Batasan Masalah	3	
1.4 Tujuan Penelitian.....	3	
1.5 Manfaat Penelitian	4	
1.6 Sistematika Penulisan	4	
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....		6
2.1 Kajian Pustaka	6	
2.2 Dasar Teori.....	8	
2.2.1 <i>Aluminium</i>	8	
2.2.2 <i>Aluminium murni (seri 1XXX)</i>	9	
2.2.3 <i>Definisi anodizing</i>	10	
2.2.4 <i>Fungsi anodizing</i>	13	
2.2.5 <i>Klasifikasi anodizing</i>	14	
2.2.6 <i>Proses anodizing</i>	16	
2.2.7 <i>Waktu pencelupan anodizing</i>	18	
2.2.8 <i>Lapisan oksida hasil anodizing</i>	20	

BAB 3 METODE PENELITIAN	23
3.1 Diagram alir Penelitian	23
3.2 Alat dan Bahan penelitian	24
3.2.1 Alat penelitian	24
3.2.2 Bahan penelitian	33
3.3 Pelaksanaan penelitian	38
3.3.1 Tahapan proses <i>anodizing</i>	38
3.3.2 Bagan proses <i>anodizing</i>	43
3.3.3 Pelaksanaan pengujian.....	44
BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN	50
4.1 Hasil <i>anodizing</i>	50
4.2 Hasil pengujian foto makro.....	52
4.3 Hasil pengujian foto mikro.....	56
4.4 Hasil pengujian SEM.....	59
4.5 Hasil pengujian kekerasan permukaan	62
BAB 5 PENUTUP	66
5.1 Kesimpulan	66
5.1 Saran.....	67
Daftar Pustaka.....	68
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram pourbaix Al	9
Gambar 2.2 Skema <i>Anodizing</i>	11
Gambar 2.3 Proses <i>Anodizing</i>	16
Gambar 2.4 Rangkaian proses <i>Anodizing</i>	17
Gambar 2.5 Grafik waktu pencelupan terhadap kekerasan AL 2024-T3	19
Gambar 2.6 Struktur permukaan lapisan oksida hasil <i>anodizing</i>	20
Gambar 2.7 Struktur berpori lapisan oksida.....	21
Gambar 2.8 Tahap pembentukan lapisan oksida	22
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	23
Gambar 3.2 Adaptor DC	24
Gambar 3.3 Bak plastik.....	25
Gambar 3.4 Thermometer	25
Gambar 3.5 Gelas ukur plastik	26
Gambar 3.6 Stopwatch.....	26
Gambar 3.7 Timbangan digital.....	27
Gambar 3.8 Alat foto optik magnifikasi 55X.....	27
Gambar 3.9 Alat foto optik magnifikasi 100X.....	28
Gambar 3.10 Alat uji <i>micro vickers</i>	28
Gambar 3.11 Alat uji SEM.....	29
Gambar 3.12 Penjepit.....	29
Gambar 3.13 Tang	30
Gambar 3.14 Plat dudukan aluminium	30
Gambar 3.15 Penjepit buaya.....	30
Gambar 3.16 Sarung tangan	31
Gambar 3.17 Masker.....	31
Gambar 3.18 Mistar	32
Gambar 3.19 Gergaji besi.....	32
Gambar 3.20 Kertas amplas	32
Gambar 3.21 Alat tulis	33
Gambar 3.22 Kamera	33
Gambar 3.23 Asam sulfat (H ₂ SO ₄).....	34
Gambar 3.24 Phosporic acid (H ₃ PO ₄).....	34

Gambar 3.25 Asam cuka (CH_3COOH).....	35
Gambar 3.26 Soda api (NaOH)	35
Gambar 3.27 Soda ash (Na_2CO_3).....	36
Gambar 3.28 Aquades.....	36
Gambar 3.29 Spesimen (Anoda).....	37
Gambar 3.30 Plat aluminium (Katoda).....	37
Gambar 3.31 Proses pengamplasan spesimen.....	38
Gambar 3.32 Proses <i>cleaning</i> dan <i>rinsing</i>	39
Gambar 3.33 Proses <i>etching</i> dan <i>rinsing</i>	40
Gambar 3.34 Proses <i>desmut</i> dan <i>rinsing</i>	40
Gambar 3.35 Proses <i>anodizing</i> dan <i>rinsing</i>	41
Gambar 3.36 Proses <i>sealing</i> dan <i>rinsing</i>	42
Gambar 3.37 Bagan proses <i>anodizing</i>	43
Gambar 3.38 Resin penahan spesimen	44
Gambar 3.39 Bentuk indentor <i>micro vickers</i>	46
Gambar 3.40 Skema proses pemindaian SEM	47
Gambar 3.41 Proses coating spesimen.....	48
Gambar 4.1 Hasil <i>anodizing</i> aluminium 1XXX pada suhu 40°C - 45°C	50
Gambar 4.2 Hasil <i>anodizing</i> pada suhu kamar dan diatas 45°C	51
Gambar 4.3 Hasil foto makro permukaan	52
Gambar 4.4 Hasil foto makro lapisan dengan waktu pencelupan 5 menit.....	54
Gambar 4.5 Hasil foto makro lapisan dengan waktu pencelupan 10 menit	54
Gambar 4.6 Hasil foto makro lapisan dengan waktu pencelupan 15 menit	55
Gambar 4.7 Grafik ketinggian butir rata-rata	56
Gambar 4.8 Hasil foto mikro ketebalan pada waktu pencelupan 5 menit	56
Gambar 4.9 Hasil foto mikro ketebalan pada waktu pencelupan 10 menit	57
Gambar 4.10 Hasil foto mikro ketebalan pada waaktu pencelupan 15 menit.....	57
Gambar 4.11 Grafik ketebalan lapisan oksida	58
Gambar 4.12 Foto SEM pada magnifikasi 3000X	60
Gambar 4.13 Foto SEM pada magnifikasi 10000X	60
Gambar 4.14 Foto SEM pada magnifikasi 12000X	61
Gambar 4.15 Contoh titik injakan indentor <i>micro vickers</i>	62
Gambar 4.16 Grafik kekerasan permukaan	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi aluminium 1XXX	10
Tabel 4.1 Hasil pengukuran ketinggian butir	55
Tabel 4.2 Hasil pengukuran ketebalan lapisan oksida	58
Tabel 4.3 Hasil pengujian kekerasan aluminium 1XXX	63

LAMPIRAN

1. Data hasil pengujian kekerasan *micro vickers* laboratorium teknik mesin UGM
2. Data hasil pengujian ulang kekerasan *micro vickers* laboratorium teknik mesin UGM

DAFTAR NOTASI SINGKATAN

t	: Waktu (detik)
Z	: Jumlah zat ion
n	: Jumlah zat (mol)
P	: Beban (kgf/mm^2)
I	: Arus listrik (Ampere)
D ₂	: Diagonal rata-rata (mm)
μm	: Mikrometer (Satuan ukur)
$^{\circ}\text{C}$: Derajat celcius (Satuan suhu)
F	: Tetapan Faraday (96485C/mol)
Kgf	: <i>Kilogram force</i> (Satuan berat tekanan)
VHN	: <i>Vickers Hardness Number</i> (Satuan kekerasan)
CPR	: <i>Corossion penetrate rate</i> (Satuan tingkat korosifitas)