

**KAJI EKSPERIMEN PENGARUH VARIASI JENIS  
DAN TEMPERATUR MEDIA PENDINGIN PADA  
PROSES T6 TERHADAP PERUBAHAN BENTUK,  
DIMENSI, BAHAN *PROPELLER* DARI KOMPOSIT  
ALUMINIUM 6061-*ALUMINIUM OXIDE* DENGAN  
METODE *SQUEEZE CASTING***

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Studi Strata Satu (S-1)**

**Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**



**Disusun Oleh :**

**JANUAR DEDIK PUTRA WINATA**

**NBI : 421304299**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

**2017**

**KAJI EKSPERIMEN PENGARUH VARIASI JENIS  
DAN TEMPERATUR MEDIA PENDINGIN PADA  
PROSES T6 TERHADAP PERUBAHAN BENTUK,  
DIMENSI, BAHAN *PROPELLER* DARI KOMPOSIT  
ALUMINIUM 6061-*ALUMINIUM OXIDE* DENGAN  
METODE *SQUEEZE CASTING***

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Studi Strata Satu (S-1)  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**

**Disusun Oleh :**

**JANUAR DEDIK PUTRA WINATA**

**421304299**

**Telah disetujui oleh :**

**Dosen Pembimbing**

**Tanda Tangan**

**Tanggal**

**(Harjo Seputro, ST, M.T.)**



**30 juli 2017**

**Mengetahui :**

**Dekan Teknik  
Fakultas Teknik**

**Ketua Program Studi  
Teknik Mesin**

**(Dr. Ir. Muaffaq A. Jani, M.Eng)**

**(Ir. Ichlas Wahid, M.T.)**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSIRAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA  
2017**



# MOTTO

**“TIADA HASIL YANG  
MENGHIANATI USAHA”**





## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir dengan judul **“KAJI EKSPERIMEN PENGARUH VARIASI JENIS DAN TEMPERATUR MEDIA PENDINGIN PADA PROSES T6 TERHADAP PERUBAHAN BENTUK, DIMENSI, BAHAN *PROPELLER* DARI KOMPOSIT ALUMINIUM 6061–ALUMINIU OXIDE DENGAN METODE *SQUEEZE CASTING*”** yang dibuat untuk melengkapi persyaratan menjadi sarjana teknik mesin pada program studi teknik mesin-fakultas teknik-Universitas 17 Agustus 1945 surabaya. Se jauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi tugas akhir (TA) yang sudah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana teknik dilingkungan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya maupun di perguruan tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang bersumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 30 - JULI - 2017



JANUAR DEDIK PUTRA WINATA

421304299



## ABSTRAK

Komposit merupakan material gabungan yang penyusunnya terdiri dari dua atau lebih material yang berbeda seperti polimer, logam dan keramik. Dimana salah satunya menjadi matrik dan lainnya berfungsi sebagai penguat. Material komposit mulai banyak digemari karena memiliki sifat berupa ketahanan aus, ketahanan korosi, ketangguhan, dan kekuatan tarik.

Tujuan penelitian ini sebagai pembandingan perubahan bentuk, dimensi, distribusi kekerasan dan struktur mikro bahan *propeller* dari komposit aluminium 6061-*aluminium oxide* sebelum dan sesudah proses perlakuan panas T6. Yang meliputi, (*solid solution*) dilakukan pada temperatur 530<sup>0</sup>C selama 2 jam, (*quenching*) dengan media pendingin air, air garam (*brine*), oli dengan temperature yang berbeda : suhu kamar, 70<sup>0</sup>C dan 110<sup>0</sup>C, dan (*aging*) dengan temperatur 180<sup>0</sup>C selama 2 jam, kemudian didiamkan secara normal sampai temperature kamar kembali.

Dari hasil pengujian dan pengukuran yang dilakukan bahwa, variasi jenis dan temperature media pendingin mempengaruhi perubahan bentuk dan dimensi, nilai kekerasan meningkat setelah dilakukan proses perlakuan panas. Pengujian struktur mikro XRD menunjukkan bahwa specimen mempunyai komposisi yang berbeda-beda dan mempunyai presentasi nilai yang berbeda dari setiap spesimennya.

Kata kunci : Komposit *aluminium oxide*, perlakuan panas T6, perubahan bentuk dan dimensi (CMM), kekerasan Rockwell B, struktur mikro XRD



## **ABSTRACT**

Composite is a composite material composed of two or more different materials such as polymers, metals dan ceramics. Where are of them becomes a matrix and the other serves asan amplifier. Composite materials start much favored because it has properties of wear resistanse, corrosion resistanse, toughness tensile and strength.

The purpose of the present study was to comparable changes in the shape, dimensions, distribution of hardness and microstructure of the propeller material of the composite aluminium 6061-aluminium oxide before and after the heat treatment process. Such as (solid solution) performed on 530<sup>0</sup>C for 2 hour, (quenching) with water cooling medium, salt water (brine), oil with different temperatures : room temperatures, 70<sup>0</sup>C and 110<sup>0</sup>C, and (aging) with temperature 180<sup>0</sup>C for 2 hour, then stays normally until roo, temperature returns.

From the results of tests and measurements made that the variation of the type and temperature of the cooling medium affect the change in shape and dimensions, value, hardness increase after the heat treatment process. XRD microstructure testing showed thatthespecimens had different compositions and haddifferent value presentations from each specimen.

Keywords : composite aluminium oxide, heat treatment T6, shape changes and dimensions, violence Rockwell B, microstructure XRD



## KATA PENGANTAR

Dengan segala puji syukur kepada tuhan yang maha esa, yang telah mengkaruniakan kasih dan anugrahnya, sehingga penulisan Tugas Akhir dengan judul “KAJI EKSPERIMEN PENGARUH VARIASI JENIS DAN TEMPERATUR MEDIA PENDINGIN BENTUK, BAHAN *PROPELLER* DARI KOMPOSIT ALUMINIUM 6061–*ALUMINIUM OXIDE* DENGAN METODE *SQUEEZE CASTING*” yang merupakan persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Fakultas Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, dapat sesuai dengan waktu yang direncanakan.

Diakui bahwa sejak tahap awal sehingga selesainya tugas akhir ini secara langsung maupun tidak langsung terlibat, penulis menerima banyak sekali bantuan dari pihak mulai dari materi, ide, data, moril sampai kepada spiritual. Oleh karena itu dalam kesempatan yang baik ini rasanya menyampaikan terima kasih sedalam-dalamnya dan setulus – tulusnya pada yang terhormat :

1. Orang tua tercinta Karso Wibowo Dan Endang Winarsih yang telah melahirkan, membesarkan, mendidik, dan yang selalu mendoakan dari jauh untuk keberhasilan penulis serta memberi dorongan, semangat, bantuan, baik material maupun spiritual kepada saya.
2. Bapak Harjo Seputro ST. MT selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, mengarahkan, dan memberikan petunjuk dalam penyusunan Tugas Akhir ini dengan sangat perhatian, baik, sabar dan ramah.
3. Bapak Ir.Ichlas Wahid, MT selaku ketua program studi teknik mesin fakultas teknik universitas 17 agustus 1945 surabaya.
4. Bapak Dr.Ir. Muaffaq A. Jani, M.Eng, selaku dekan fakultas teknik universitas 17 agustus 1945 surabaya.
5. Dosen jurusan teknik mesin universitas 17 agustus 1945 surabaya yang telah memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis selama mengikuti kegiatan kuliah.
6. Teman – teman satu tim aneh Ach. Rigi dan M. Faizin, terima kasih atas segala suka maupun duka mewarnai hari – hari saat penulisan, semoga persaudaraan kita selama lamanya.
7. Teman – teman Himpunan jurusan teknik mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah banyak membantu dan mendoakan serta menemani perjalanan saya.
8. M-13 yang banyak membantu dan mendoakan serta mendukung saat perjalanan tugas akhir.



## Tugas Akhir

---

9. Teman – teman jurusan teknik mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah banyak membantu dan mendoakan.
10. Adik ku fredian yang selalu memberikan semangat dan bantuan serta do'a.
11. Kepada kekasih yang tercinta yang telah selalu mendukung dan mendoakan saya. (Ayu Sandra Ardilla).
12. Widi surya, Habib, Zuli, Serta Teman-Teman UMM Terima kasih telah membantu dan mendoakan.
13. ATMI, POLITAG, UNS terima kasih telah memberi ijin untuk pengujian-pengujian yang kami lakukan.
14. B.L.U (bonek liar utara) telah mengajarkan saya tentang persaudaraan dan arti kebersamaan.

Penulis menyadari bahwa laporan ini jauh dari kata sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca akan penulis terima dengan senang hati.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Surabaya,

Penulis





## DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan .....	ii
Halaman Motto.....	iii
Halaman Pernyataan.....	iv
Abstrak .....	v
Abstract .....	vi
Kata Pengantar .....	vii
Daftar Isi.....	ix
Daftar Gambar .....	xiii
Daftar Tabel .....	xv

### BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan dan Manfaat .....	4
1.4.1. Tujuan Penelitian.....	4
1.4.2. Manfaat Penelitian.....	4
1.5. Sistematika Penelitian .....	5

### BAB II STUDI PUSTAKA

2.1. Pengertian Komposit.....	7
2.1.1. Tujuan Pembuatan Material .....	8
2.1.2. Kelebihan Bahan Komposit .....	8
2.1.3. Kekurangan Bahan Komposit .....	10



2.1.4. Kegunaan Bahan Komposit .....	10
2.2. Matriks dan Penguat.....	11
2.2.1. Aluminium 6061 (Al-Mg-Si).....	11
2.2.2. Aluminium Oxide .....	12
2.2.3. Magnesium.....	13
2.3. Metode <i>Electrolles Plating</i> .....	14
2.3.1. Perlakuan Terhadap Penguat <i>Electroless Plating</i> .....	14
2.4. Metode <i>Squeeze Casting</i> .....	15
2.4.1. Jenis Pengecoran <i>Squeeze Casting</i> .....	16
2.4.2. Parameter Proses Pengecoran <i>Squeeze Casting</i> .....	19
2.4.3. Peleburan Al dan Al Paduan .....	21
2.5. Perlakuan panas T6 .....	23
2.5.1. <i>Solution Heat Treatment</i> (Perlakuan Panas Pelarutan).....	26
2.5.2. <i>Quenching</i> (Pendinginan Cepat).....	27
2.5.3. <i>Aging</i> (Tahapan Penuaan).....	28
2.6. Perubahan Bentuk dan dimensi Akibat Distorsi .....	29
2.7. <i>Propeller</i> .....	31
2.8. Pengujian-pengujian.....	31
2.8.1. Pengamatan CMM .....	31
2.8.2. Pengamatan Struktur Mikro XRD.....	34
2.8.2.1. Teori Dasar X-Ray .....	35
2.8.3. Pengujian Kekerasan.....	41
2.8.4. Pengujian Kekerasan <i>Brinell</i> .....	42
2.8.5. Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i> .....	43
2.8.6. Pengujian Kekerasan <i>Rockwell</i> .....	45



BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Rencana Penelitian .....	50
3.2. Diagram Alur Penelitian .....	53
3.3. Penjelasan Alur Penelitian .....	55
3.3.1. Mulai .....	55
3.3.2. Studi Literatur .....	55
3.3.3. Studi Lapangan .....	55
3.3.4. Permasalahan .....	56
3.3.5. Persiapan Alat dan Bahan .....	56
3.3.5.1. Alat dan Bahan Proses <i>Electroless Plating</i> .....	56
3.3.5.2. Alat dan Bahan Proses Pengecoran dengan Metode <i>Squeeze Casting</i> dan Membentuk Spesimen Uji .....	57
3.3.5.3. Alat dan bahan Proses Permesinan Membuat Spesimen Uji ...	59
3.3.5.4. Alat dan Bahan Proses Perlakuan T6.....	60
3.3.6. Proses <i>Electroless Plating</i> pada Aluminium Oxide.....	62
3.3.7. Menimbang Komposisi Bahan komposit.....	63
3.3.8. Proses Pengecoran Membentuk Spesimen dengan Metode <i>Squeeze Casting</i> .....	64
3.3.9. Proses Permesinan Membuat Spesimen Uji .....	65
3.3.10. Proses Perlakuan Panas T6 .....	65
3.3.11. Pengukuran CMM .....	67
3.3.12. Pengujian Kekerasan <i>Rockwell B</i> .....	67
3.3.13. Pengujian Struktur <i>Mikro XRD</i> .....	68
3.3.14. Analisa Data.....	69
3.3.15. Kesimpulan .....	69



## BAB IV DATA DAN ANALISA

4.1.Data hasil pengujian cmm sesudah dan sebelum material mendapat perlakuan panas T6 .....	70
4.1.1. Hasil rata-rata pengujian kekerasan sebelum dan sesudah material mendapat perlakuan panas T6.....	73
4.1.2. Hasil uji XRD.....	78
4.1.3. Analisa hasil pengujian xrd.....	84

## BAB V KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan.....	86
5.2. Saran .....	87

DAFTAR PUSTAKA .....	88
----------------------	----

LAMPIRAN.....	90
---------------	----



## DAFTAR GAMBAR

2.1. <i>Direct Squeeze Casting</i> .....	17
2.2. <i>Indirect Squeeze Casting</i> .....	17
2.3. Siklus Perlakuan Panas .....	25
2.4. Diagram Fasa Pemanasan Logam .....	26
2.5. Mesin CMM .....	34
2.6. Difraksi Sinar X oleh Atom-Atom pada Bidang .....	37
2.7. Skema Tabel Sinar X .....	39
2.8. Ilustrasi Transisi Elektrom dalam Sebuah Atom .....	40
2.9. Bentuk Indentor <i>Brinell</i> .....	42
2.10. Tipe-Tipe Lekukan Piramid Intan .....	44
2.11. Pengujian <i>Rockwell</i> .....	47
2.12. Prinsip Kerja Metode Kerja Kekerasan <i>Rockwell</i> .....	47
3.1. Diagram Alur .....	54
3.2. Skematik Jarak Indentasi Minimum .....	68
4.1. Spesimen CMM .....	70
4.2. Grafik hasil Pengujian CMM sesudah dan sebelum material mendapatkan perlakuan panas T6 .....	72
4.3. spesimen uji kekerasan .....	73
4.4. Grafik Uji kekerasan sesudah dan sebelum T6 .....	74
4.5. Grafik Uji kekerasan sesudah dan sebelum T6 .....	75
4.6. Grafik Uji kekerasan sesudah dan sebelum T6 .....	76
4.7. Grafik Uji kekerasan sesudah dan sebelum T6 .....	77





4.8. Grafik XRD sebelum T6 .....	78
4.9. Grafik XRD paling tinggi .....	79
4.10. Grafik XRD tengah .....	81
4.11. Grafik XRD rendah .....	82
4.12. Grafik Perbandingan Hasil XRD .....	84



## DAFTAR TABEL

2.1. Sifat Fisik Magnesium .....	13
2.2. Rockwell Hardness Scales .....	48
3.1. Alat-Alat yang digunakan pada Proses Elektrodes .....	56
3.2. Bahan yang digunakan pada Proses Elektrodes .....	57
3.3. Alat Proses Pengecoran Membentuk Spesimen dengan Metode <i>Squeeze Casting</i> .....	57
3.4. Bahan Proses Pengecoran Membentuk Spesimen dengan Metode <i>Squeeze Casting</i> .....	59
3.5. Alat Proses Pemesinan Membuat Spesimen Uji .....	60
3.6. Bahan Proses Pemesinan Membuat Spesimen Uji .....	60
3.7. Alat untuk Proses Perlakuan Panas T6 .....	61
3.8. Bahan untuk Proses Perlakuan Panas T6 .....	61
3.9. Pengkodean Spesimen Uji Menurut Variasi Jenis dan Temperatur Media Pendingin .....	66
4.1. Uji CMM .....	70
4.2. Uji Kekerasan Sesudah dan Sebelum T6 Atas .....	73
4.3. Uji Kekerasan Sesudah dan Sebelum T6 Samping .....	74
4.4. Uji Kekerasan Sesudah dan Sebelum T6 Atas .....	75
4.5. Uji Kekerasan Sesudah dan Sebelum T6 Samping .....	76
4.6. Hasil XRD Sebelum T6 .....	78
4.7. Hasil XRD Paling Tinggi .....	80
4.8. Hasil XRD Tengah .....	81
4.9. Hasil XRD Paling Rendah .....	83
4.10. Hasil XRD .....	85