

TUGAS AKHIR

**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN REDUKSI KETEBALAN
PADA PROSES PENEKANAN (*PRESSING*) TERHADAP STRUKTUR
MIKRO PADA MATERIAL KOMPOSIT ALUMINIUM DENGAN
PENGUAT ABU DASAR BATUBARA SETELAH PROSES
PERLAKUAN PANAS T6**



Disusun Oleh :

ARDI EGA ARDENA
NBI : 1421700161

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2021

TUGAS AKHIR

**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN REDUKSI KETEBALAN
PADA PROSES PENEKANAN (*PRESSING*) TERHADAP STRUKTUR
MIKRO PADA MATERIAL KOMPOSIT ALUMINIUM DENGAN
PENGUAT ABU DASAR BATUBARA SETELAH PROSES
PERLAKUAN PANAS T6**



Disusun Oleh :

ARDI EGA ARDENA
NBI : 1421700161

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2021

TUGAS AKHIR

PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN REDUKSI KETEBALAN PADA PROSES PENEKANAN (*PRESSING*) TERHADAP STRUKTURMIKRO PADA MATERIAL KOMPOSIT ALUMINIUM DENGAN PENGUAT ABU DASAR BATUBARA SETELAH PROSES PERLAKUAN PANAS T6

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



Disusun Oleh :
ARDI EGA ARDENA
1421700161

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2021**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

NAMA : ARDI EGA ARDENA
NBI : 1421700161
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN REDUKSI KETEBALAN PADA PROSES PENEKANAN (*PRESSING*) TERHADAP STRUKTURMIKRO PADA MATERIAL KOMPOSIT ALUMINIUM DENGAN PENGUAT ABU DASAR BATUBARA SETELAH PROSES PERLAKUAN PANAS T6

Mengetahui / menyetujui
Dosen pembimbing



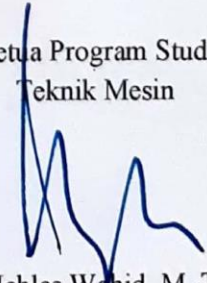
Harjo Seputro, ST., MT
NPP.20420.96.0471

Dekan
Fakultas Teknik



Dr. Ir. Sarvo M.Kes.
NPP.20410.90.0197

Ketua Program Studi
Teknik Mesin



Ir. Ichlas Wahid, M.T.
NPP.20420.90.0207

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan Judul:

**“PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN REDUKSI KETEBALAN
PADA PROSES PENEKANAN (*PRESSING*) TERHADAP STRUKTUR
MIKRO PADA MATERIAL KOMPOSIT ALUMINIUM DENGAN
PENGUAT ABU DASAR BATUBARA SETELAH PROSES PERLAKUAN
PANAS T6”**

Yang dibuat untuk melengkapi persyaratan menjadi Sarjana Teknik Mesin pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan duplikasi dari Tugas Akhir yang sudah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di lingkungan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya maupun di perguruan tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang bersumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 11 Juni 2021



Ardi Ega Ardena
1421700161



UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN
Jl.Semolowaru 45 Surabaya
Tlp. 031 593 1800 (ex.311)
Email: perpus@untag-sby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ardi Ega Ardena

NBI : 1421700161

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Mesin

Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi/Laporan Penelitian/Makalah

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, atas karya saya yang berjudul:

**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN REDUKSI KETEBALAN
PADA PROSES PENEKANAN (PRESSING) TERHADAP
STRUKTURMIKRO PADA MATERIAL KOMPOSIT ALUMINIUM
DENGAN PENGUAT ABU DASAR BATUBARA SETELAH PROSES
PERLAKUAN PANAS T6**

Dengan **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum nama saya sebagai penulis.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Pada Tanggal : 15 Juli 2021

Yang Menyatakan,



(Ardi Ega Ardena)

LEMBAR PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk Kedua Orang tua saya yang telah banyak membantu dan memotivasi dalam penyelesaian Skripsi saya dan juga untuk dosen pembimbing saya bapak Harjo Seputro yang telah membantu saya dalam menyelesaikan Skripsi saya. Beserta Teman-teman saya Teknik Mesin angkatan 2017 yang tak pernah lelah mendukung serta memberikan semangat.

MOTTO

“BE THE GAME CHANGER”

ABSTRAK

PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN REDUKSI KETEBALAN PADA PROSES PENEKANAN (*PRESSING*) TERHADAP STRUKTUR MIKRO PADA MATERIAL KOMPOSIT ALUMINIUM DENGAN PENGUAT ABU DASAR BATUBARA SETELAH PROSES PERLAKUAN PANAS T6

Faktor massa jenis yang ringan telah mengharuskan penggunaan komposit berbasis aluminium paduan pada aplikasi otomotif, aerospace, dan industri pertahanan. Dimana dalam pengaplikasiannya pada komponen, harus memiliki sifat mekanik yang bagus pada contohnya seperti kekuatan tinggi, supaya komponen tidak mudah rusak dan tahan lama. Sifat mekanis seperti kekerasan dipengaruhi oleh strukturmikro dalam bahan. Sedangkan strukturmikro dipengaruhi oleh proses pembentukan dan proses perlakuan panas.

Bahan matrik Aluminium Alloy 6061 dengan komposisi Al 96,85% ; Si 0,7% ; Fe 0,6% ; Cu 0,30% ; Zn 0,20%, partikel bottom ash yang terayak ukuran 200 mesh dan sudah dilakukan electroless plating. Proses pengecoran komposit menggunakan metode stir casting, kemudian dilanjutkan proses homogenizing. Pada proses hot forging press dilakukan dengan variasi temperature (400 °C; 425 °C; 450 °C) dan reduksi ketebalan benda kerja dengan variasi (5%; 10%; 15%). Proses perlakuan panas T6 dengan parameter solution heat treatment 530 °C waktu tahan 1 jam, media quenching air dan temperatur ageing 175 °C waktu tahan 8 jam. Pengamatan strukturmikro dan karakterisasi unsur menggunakan SEM-EDX.

Dari hasil pengamatan strukturmikro dengan variasi temperatur dan reduksi ketebalan pada proses pembentukan hot pressing serta proses T6 heat treatment menunjukkan perubahan ukuran butir, dengan semakin besar deformasi maka semakin kecil ukuran butirnya. Ukuran butir terbesar didapat pada kombinasi variasi reduksi 5% dan temperature 450°C sebesar 144,3 µm. Sedangkan ukuran butir terkecil didapat pada kombinasi variasi reduksi 15% dan temperature 400°C sebesar 110,8 µm. Pada temperatur, semakin besar temperatur pemanasan pada proses penekanan berpengaruh pada ukuran butir yang semakin besar. Ukuran butir terbesar didapat pada kombinasi variasi temperatur 450°C dan reduksi 5%. Sedangkan ukuran butir terkecil didapat pada kombinasi variasi temperatur 400°C dan reduksi 15. Hal ini disebabkan karena semakin besar temperatur pemanasan pada proses pembentukan, maka akan terjadi proses rekristalisasi dinamis yang berefek pada membesarnya ukuran butir pada komposit.

Kata kunci : komposit aluminium, hot forging press, perlakuan panas T6, abu dasar batubara, strukturmikro, SEM

ABSTRACT

THE EFFECT OF TEMPERATURE VARIATIONS AND THICKNESS REDUCTION ON THE PRESSING PROCESS ON MICROSTRUCTURES IN ALUMINIUM COMPOSITE MATERIALS WITH COAL BASE ASH REINFORCEMENT AFTER T6 HEAT TREATMENT PROCESS

The light density factor has necessitated the use of composites based on aluminum alloys in automotive, aerospace, and defense industrial applications. Where in its application to components, it must have good mechanical properties such as high strength, so that the components are not easily damaged and durable. Mechanical properties such as high strength are affected by the microstructure in the material. While the microstructure is influenced by the process of forming and heat treatment.

Aluminum Alloy 6061 material with composition : 96.85% Al ; Si 0.7% ; Fe 0.6% ; Cu 0.30% ; Zn 0.20%, bottom ash particles sieved with a size of 200 mesh and electroless plating has been carried out. The composite casting process uses the stir casting method, then the homogenizing process is continued. The hot forging press process is carried out by varying the temperature (400°C ; 425°C ; 450°C) and reducing the thickness of the workpiece with variations (5%; 10%; 15%). T6 heat treatment process with solution heat treatment parameters 530 holding time 1 hour, water quenching media and aging temperature 175 holding time 8 hours. Microstructure observation and element characterization using SEM-EDX.

From the observations of the microstructure with temperature variations and thickness reduction in the hot pressing process and the T6 heat treatment process, it shows a change in grain size, with the greater the deformation, the smaller the grain size. The largest grain size was obtained at a combination of 5% reduction variation and 450°C temperature of 144.3 μm . While the smallest grain size is obtained at a combination of 15% reduction variation and a temperature of 400°C of 110.8 μm . At temperature, the greater the heating temperature in the pressing process, the larger the grain size. The largest grain size was obtained at a combination of temperature variations of 450°C and 5% reduction. While the smallest grain size is obtained at a combination of temperature variations of 400°C and a reduction of 15%. This is because the greater the heating temperature in the deformation process, the dynamic recrystallization process will occur which has an effect on the increase in grain size in the composite.

Keyword : aluminium composite, hot forging press, T6 heat treatment, microstructure, bottom ash, SEM

KATA PENGANTAR

Syukur kepada Tuhan YME yang telah melimpahkan segala rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN REDUKSI KETEBALAN PADA PROSES PENEKANAN (*PRESSING*) TERHADAP STRUKTUR MIKRO PADA MATERIAL KOMPOSIT ALUMINIUM DENGAN PENGUAT ABU DASAR BATUBARA SETELAH PROSES PERLAKUAN PANAS T6” dengan baik sebagai salah satu syarat yang harus di penuhi mahasiswa Fakultas Teknik untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Strata 1 di Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. Dengan arahan dan usaha dosen pembimbing maka penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini tepat pada waktunya.

Dibalik kendala dan kesulitan yang ada dapat teratasi. Untuk itu pada kesempatan yang berbahagia ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. Kedua orang tua saya.
2. Bapak Harjo Seputro, ST., MT selaku dosen pembimbing saya dengan segala kesabaran dan usaha memberikan bimbingan kepada saya sehingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ir. Ichlas Wahid, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah memberi izin untuk penulisan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Ir. H. Sajiyo M.Kes selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya beserta staf yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Edwin Ramadhani Sampurna, S.ST., MT selaku dosen konsultasi dengan bimbingan, bantuan dan arahan beliau maka terselesaikan Tugas Akhir ini.
6. Dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis selama mengikuti kegiatan perkuliahan.
7. Seluruh teman-teman Mahasiswa Teknik Mesin Untag Surabaya terutama M-17 yang telah banyak memberi support, semangat dan saran selama menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Masih banyak pihak-pihak lainnya yang juga berperan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini yang belum bisa saya sebutkan satu persatu.

Akhir kata dari penulis, besar harapan penulis semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang memerlukan, walaupun penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan.

Sidoarjo, 11 Juni 2021

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Pernyataan Plagiasi	iii
Halaman Pernyataan Publikasi	iv
Halaman Persembahan	v
Abstrak.....	vi
Kata Pengantar	viii
Daftar Isi	x
Daftar Gambar.....	xii
Daftar Tabel	xiii

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Sistematika Penulisan.....	5

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Komposit Matrik Logam	7
2.2 Komposit Matrik Aluminium	8
2.3 Material Penyusun dari Komposit Aluminium	9
2.3.1 Aluminium Paduan 6061	9
2.3.2 Abu Dasar Batubara yang Sudah Ter- <i>electroless Plating</i>	11
2.3.3 Magnesium.....	12
2.3.4 Aluminium Oksida	13
2.4 <i>Electroless Plating</i>	14
2.5 <i>Stir Casting</i>	15
2.6 <i>Homogenizing</i>	16
2.7 <i>Forging</i>	16
2.8 Proses Pengerjaan Panas	17
2.9 Pengaruh Temperatur dan Reduksi Ketebalan Terhadap Strukturmikro.....	19
2.9.1 Pengaruh Temperatur Terhadap Strukturmikro	19
2.9.2 Pengaruh Reduksi Ketebalan Terhadap Strukturmikro.....	20
2.10 Perlakuan Panas T6	21
2.10.1 <i>Solution Treatment</i>	22
2.10.2 <i>Quenching</i>	23
2.10.3 <i>Ageing</i>	23
2.11 Pengaruh Proses Perlakuan Panas T6 Terhadap Strukturmikro	23
2.11 Prinsip Kerja SEM-EDX	24

2.11 Perhitungan Butir Metode <i>Jeffries</i>	25
BAB 3 METODE PENELITIAN	
3.1 Rencana Penelitian	27
3.2 Diagram Alir Penelitian.....	29
3.3 Penjelasan Diagram Alir	31
3.3.1 Persiapan Alat dan Bahan.....	31
3.3.2 Proses <i>electroless plating</i>	43
3.3.3 Menimbang bahan komposit	43
3.3.4 Proses Pengecoran <i>Stir Casting</i>	44
3.3.5 Proses Homogenizing.....	44
3.3.6 Proses Permesinan.....	45
3.3.7 Proses Penekanan	45
3.3.8 Proses Perlakuan Panas T6.....	45
3.3.9 Proses Permesinan Membuat Spesimen Strukturmikro	45
3.3.10 Pengamatan Strukturmikro	46
3.4 Kodefikasi Spesimen.....	47
BAB 4 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	
4.1 Proses Pembentukan Penekanan Panas.....	49
4.2 Spesimen Proses Pembentukan Penekanan Panas	50
4.2.1 Spesimen sebelum Proses Pembentukan Penekanan Panas	50
4.2.2 Spesimen setelah Proses Pembentukan Penekanan Panas	51
4.2.3 Analisa Perhitungan Volume Spesimen	55
4.2.4 Perilaku Keretakan setelah Proses Pembentukan Penekanan Panas	56
4.3 Pengamatan Strukturmikro.....	61
4.3.1 Perhitungan Ukuran Butir Metode <i>Jeffries</i>	61
4.3.2 Analisa Data Uji Strukturmikro.....	62
4.4 Uji EDX	65
4.4.1 Data Kuantitatif Karakterisasi EDX	66
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN	71

DAFTAR GAMBAR

1.1	Hasil SEM Al Komposit <i>forging press</i>	1
2.1	Klasifikasi MMC	7
2.2	Klasifikasi bentuk penguat komposit	8
2.3	Diagram fasa Al Mg Si	10
2.4	Fasa yang terbentuk pada Al6061	10
2.5	Skema <i>electroles plating</i>	14
2.6	Skema Perlakuan Panas T6	13
2.7	Mekanisme <i>forging</i>	17
2.7	Proses pengerjaan Panas	17
2.8	<i>Mikrostructure Hot Working Process</i>	19
2.9	Skema Perlakuan panas T6	21
2.10	Grafik temperatur <i>solution treatment</i>	22
2.11	Prinsip Kerja SEM	24
2.12	Faktor pengali <i>Jeffries</i>	25
2.13	Hubungan ukuran butir dengan bentuk	26
4.1	Balok penyangga dan plat strip	49
4.2	Skema pengatur reduksi dengan balok penyangga dan plat strip.....	49
4.3	Dimensi awal spesimen.....	50
4.4	Struktur mikro Spesimen A1	61
4.5	Grafik hubungan pengaruh variasi reduksi ketebalan.....	63
4.6	Grafik hubungan pengaruh variasi temperatur	64
4.7	SEM karakterisasi EDX spesimen A1.....	65
4.8	Grafik karakterisasi EDX spesiemn A1.....	65

DAFTAR TABEL

2.1	Komposisi kimia Al6061	9
2.2	Tabel Sifat Aluminium 6061.....	11
2.3	Komposisi kimia abu dasar batubara.....	12
2.4	Sifat Magnesium	12
2.4	Sifat Aluminium Oksida	13
2.4	Sifat Magnesium	12
2.4	Sifat Magnesium	12
3.1	Alat proses <i>electroless plating</i>	31
3.2	Bahan proses <i>electroless plating</i>	34
3.3	Alat proses pengecoran	35
3.4	Bahan proses pengecoran	38
3.5	Alat proses permesinan	39
3.6	Bahan komposit membuat specimen uji.....	41
3.7	Alat proses penekanan	41
3.8	Alat proses perlakuan panas T6.....	42
3.9	Alat Proses SEM-EDX.....	42
3.10	Bahan proses pengamatan strukturmikro	42
3.11	Kodefikasi Spesimen.....	47
4.1	Hasil dimensi specimen setelah proses penekanan panas.....	51
4.2	Perilaku keretakan spesimen setelah proses penekana panas	56
4.3	Hasil perhitungan ukuran butir.....	62
4.4	Hasil Karekterisasi EDX	66