



PENGARUH *HOLDING TIME ANNEALING*
PADA ALUMINIUM 6063 TERHADAP KEKERASAN DAN
STRUKTUR MIKRO MENGGUNAKAN *MICRO ELECTRIC OVEN*
FURNACE

LAPORAN PROYEK AKHIR

ADRIAN PUTRA MAKHMUDI
40040218650025

PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG
DESEMBER 2022



PENGARUH *HOLDING TIME ANNEALING*
PADA ALUMINIUM 6063 TERHADAP KEKERASAN DAN
STRUKTUR MIKRO MENGGUNAKAN *MICRO ELECTRIC OVEN*
FURNACE

LAPORAN PROYEK AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan

ADRIAN PUTRA MAKHMUDI
40040218650025

PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG
DESEMBER 2022

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Proyek Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Adrian Putra Makhmudi

Nim : 40040218650025

Tanda Tangan : 

Tanggal : 03 Januari 2023

SURAT TUGAS PROYEK AKHIR



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEKOLAH VOKASI
PROGRAM STUDI
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK

Jalan Masjid Buryak No. 3 Semarang
Semarang, Kode Pos 50244
Telepon: 021 8310333
Email: info.vokasi@unsdip.ac.id

TUGAS AKHIR

No. : 081/PA/RPM/VII/2022

Dengan ini diberikan Tugas Proyek Akhir untuk mahasiswa berikut :

Nama : Adrian Putra Makhmudi
NIM : 40040218650025
Judul Proyek Akhir : Pengaruh *Holding Time Annealing* Pada Aluminium 6063 Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Menggunakan *Micro Electric Oven Furnace*
Dosen Pembimbing : Dr. Seno Darmanto, S.T., M.T.
NIP. : 197110301998021001

Isi Tugas :

1. Menghasilkan desain *micro electric oven furnace*
2. Menghasilkan prototipe *micro electric oven furnace*
3. Menganalisa pengaruh proses *heat treatment annealing* dengan variasi *holding time* 2 jam, 3 jam, dan 4 jam terhadap hasil pengujian kekerasan dan struktur mikro pada aluminium 6063

Demikian agar diselesaikan selama-lamanya 6 bulan terhitung sejak diberikan tugas ini dan diwajibkan konsultasi sedikitnya 12 kali demi kelancaran penyelesaian tugas.

Semarang, 21 Juli 2022

Ketua PSD IV
Rekayasa Perancangan Mekanik


Dr. Seno Darmanto, S.T., M.T.
NIP. 197110301998021001

Tembusan :

1. Sekretaris Prodi
2. Dosen Pembimbing Proyek Akhir

HALAMAN PENGESAHAN

Proyek Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Adrian Putra Makhmudi
Nim : 40040218650025
Program Studi : Rekayasa Perancangan Mekanik
Judul Tugas Akhir : Pengaruh *Holding Time Annealing* Pada Aluminium 6063
Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Menggunakan
Micro Electric Oven Furnace

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Diploma IV Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing : Dr. Seno Darmanto, S.T., M.T.

Penguji 1 : Dr. Wiji Mangestiyono M.T.

Penguji 2 : Alaya Fadllu H. M. S.T., M.Eng.

()
()
() 11/1/2023

Semarang, 03 Januari 2023

Ketua PSD IV Rekayasa Perancangan
Mekanik


Dr. Seno Darmanto, S.T., M.T.
NIP. 197110301998021001

HALAMAN LEMBAR PERSETUJUAN

Dengan ini menerangkan bahwa Laporan Proyek Akhir dengan judul:
"PENGARUH *HOLDING TIME ANNEALING* PADA ALUMINIUM 6063
TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO MENGGUNAKAN
MICRO ELECTRIC OVEN FURNACE"

yang telah disusun oleh :

Nama : Adrian Putra Makhmudi
NIM : 40040218650025
Program Studi : Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik
Perguruan Tinggi : Universitas Diponegoro

Telah disetujui dan disahkan di Semarang pada:

Hari :

Tanggal : 14 Des 2022

Menyetujui,
Dosen Pembimbing



Dr. Seno Darmanto, ST. MT.

NIP 197110301998021001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

PROYEK AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Adrian Putra Makhmudi
NIM : 40040218650025
Jurusan/Program Studi : D-IV Rekayasa Perancangan Mekanik
Departemen : Teknologi Industri
Fakultas : Sekolah Vokasi
Jenis Karya : Proyek Akhir

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (None-exclusive Royalty Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul : **Pengaruh *Holding Time Annealing* Pada Aluminium 6063 Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Menggunakan *Micro Electric Oven Furnace***

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro 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 : Semarang

Pada Tanggal : 03 Januari 2023

Yang menyatakan



Adrian Putra Makhmudi

MOTTO

“Yang perlu kamu lakukan adalah percaya, kamu harus percaya itu.”

- Akai

“Maju terus dan jangan takut apa pun”

- Hylos

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat-Nya sehingga dapat menyelesaikan penyusunan laporan Tugas Akhir yang berjudul *Pengaruh Holding Time Annealing Pada Aluminium 6063 Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Menggunakan Micro Electric Oven Furnace*.

Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang. Laporan Tugas Akhir ini tidak akan terselesaikan tanpa bimbingan dan dukungan dari beberapa pihak. Oleh karena itu dalam penulisan Laporan Tugas Akhir penyusun menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Budiyo, M.Si., selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro,
2. Dr. Seno Darmanto, ST, MT, selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro,
3. Dr. Seno Darmanto, ST, MT selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan arahan dan masukan kepada penyusun dalam penyelesaian pembuatan Laporan Tugas Akhir ini,
4. Dr. Wiji Mangestiyono M.T. selaku dosen penguji Tugas Akhir serta memiliki peran penting dalam memberikan kritik, saran dan masukan untuk memperbaiki penulisan laporan Tugas Akhir,
5. Drs. Sutrisno, M.T., selaku dosen wali yang telah memberikan bimbingan serta bantuan sejak awal perkuliahan,

6. Seluruh staf Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro,
7. Kedua orang tua yang telah memberikan kesempatan untuk mengenyam bangku perkuliahan dan selalu mendoakan yang terbaik akan studi saya,
8. Semua teman-teman Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik angkatan 2018 dan semua pihak yang tidak dapat penyusun sebutkan satu per satu yang telah membantu penyusunan Laporan Tugas Akhir,
9. Kepada Qonita Anindya Nugrahaini yang telah mendoakan dan memberikan dukungan serta sebagai sumber semangat bagi penulis untuk segera menyelesaikan masa studi.

Penyusun menyadari masih memiliki kekurangan dalam penyusunan laporan ini baik dalam penulisan maupun materi, untuk itu kritik dan saran dari semua pihak sangat penyusun harapkan demi penyempurnaan pembuatan laporan ini.

Semarang, 15 September 2022



Adrian Putra Makhmudi

ABSTRAKSI

PENGARUH *HOLDING TIME ANNEALING* PADA ALUMINIUM 6063 TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO MENGGUNAKAN *MICRO ELECTRIC OVEN FURNACE*

Electric Oven Furnace merupakan sebuah perangkat atau alat yang digunakan untuk pemanasan berbasis mikrokontroler dengan elemen pemanas *coil heater*. *Electric furnace* sering digunakan untuk perlakuan panas pada logam seperti *annealing*, *normalizing*, *tempering*, *hardening* dan proses-proses lain yang memerlukan panas. Perlakuan yang diberikan logam antara lain adalah perlakuan panas atau Heat Treatment, yang merupakan suatu proses perlakuan terhadap logam yang diinginkan dengan cara memberikan pemanasan dan kemudian dilakukan pendinginan dengan media pendingin tertentu, sehingga sifat fisiknya dapat diubah sesuai dengan yang diinginkan. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk menganalisa pengaruh proses *heat treatment annealing* dengan variasi *holding time* terhadap hasil kekerasan dan struktur mikro pada aluminium 6063. Metode yang digunakan yaitu berupa pengujian langsung spesimen sesuai dengan standar proses *annealing*, pengukuran kekerasan, dan uji mikro struktur. Langkah metode pengujiannya adalah paduan aluminium seri 6063 dipotong sesuai dengan standart ASTM. Pada tahap pertama aluminium seri 6063 diberi perlakuan panas *annealing* suhu 300°C dengan variasi *holding time* 1 jam, 1,5 jam, 2 jam, 2,5 jam, dan 3 jam, kemudian melakukan pendinginan dalam tungku. Setelah hasil proses pendinginan, dilakukan uji struktur mikro dan uji kekerasan. Setelah dilakukan pengujian, hasil uji kekerasan dan struktur mikro menunjukkan bahwa semakin lama perlakuan *annealing* maka semakin kecil nilai kekerasan yang didapat. Hal itu diakibatkan semakin lama perlakuan *annealing*, maka persebaran butir semakin sedikit dan berkurang, sehingga peluang adanya dislokasi dari atom didalamnya semakin besar dan menurunnya nilai kekerasan. Saran untuk pengujian ini yaitu perlu melakukannya pengujian kekerasan dan struktur mikro dengan *holding time annealing* lebih lama untuk mendapatkan hasil yang konkret dan sesuai dengan perlakuan yang telah dilakukan.

Kata Kunci: *Micro electric oven furnace*, Aluminium 6063, Proses Perlakuan Panas, *Annealing*, Kekerasan, Metalografi

ABSTRACT

THE EFFECT OF HOLDING TIME ANNEALING ON ALUMINUM 6063 ON HARDNESS AND MICRO STRUCTURE USING MICRO ELECTRIC OVEN FURNACE

Electric Oven Furnace is a device or tool used for microcontroller-based heating with a coil heater heating element. Electric furnaces are often used for heat treatment of metals such as annealing, normalizing, tempering, hardening and other processes that require heat. The treatment given to metals includes heat treatment, which is a process of treating the desired metal by heating it and then cooling it with a certain cooling medium, so that its physical properties can be changed as desired. The purpose of this study was to analyze the effect of the heat treatment annealing process with various holding times on the results of hardness and microstructure of aluminum 6063. The method used was direct testing of specimens according to standard annealing processes, hardness measurements, and microstructure tests. The step of the test method is the 6063 series aluminum alloy cut according to ASTM standards. In the first stage, the 6063 series aluminum was given an annealing heat treatment at 300°C with a variation of holding time of 1 hour, 1.5 hours, 2 hours, 2.5 hours, and 3 hours, then cooled in the furnace. After the results of the cooling process, microstructure tests and hardness tests were carried out. After testing, the results of the hardness and microstructure tests showed that the longer the annealing treatment, the smaller the hardness value obtained. This is because the longer the annealing treatment, the less and less grain distribution, so that the chances of dislocation of the atoms in it are greater and the hardness value decreases. Suggestions for this test are that it is necessary to do hardness and microstructure testing with a longer holding time annealing to get concrete results and in accordance with the treatment that has been carried out.

Keywords: *Micro electric oven furnace, Aluminum 6063, Heat Treatment Process, Annealing, Hardness, Metallography*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	i
SURAT TUGAS PROYEK AKHIR.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN LEMBAR PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI PROYEK AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
MOTTO.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAKSI.....	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Luaran	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Sistem Pemanas.....	4
2.1.1 Elemen Pemanas	4
2.1.2 Termokopel (<i>Thermocouple</i>)	5
2.1.3 Digiat Temperatur Controller (<i>Thermocontrol</i>).....	7
2.2 Prinsip Kerja <i>Micro Electric Oven Furnace</i>	10

2.3	Bahan Tahan Panas (<i>refractory</i>)	12
2.3.1	Bata Tahan Api SK-34.....	12
2.3.2	Refractory Castable LCC-16	14
2.3.3	Refractory Mortar SK-34.....	15
2.3.4	Refractory Rockwool.....	17
2.4	Aluminium	18
2.4.1	Klasifikasi Aluminium.....	19
2.4.2	Aluminium 6063.....	21
2.5	Perlakuan Panas	22
2.5.1	Penamaan Jenis Perlakuan Panas pada Paduan Aluminium.....	24
2.5.2	Annealing.....	26
2.5.3	<i>Holding Time</i>	28
2.6	Pengujian Kekerasan.....	31
2.6.1	Uji Kekerasan Brinell	31
2.6.2	Uji Kekerasan <i>Vickers</i>	33
2.6.3	Uji Kekerasan Rockwell	37
2.7	Uji Struktur Mikro.....	40
2.7.1	Pemeriksaan Makro (Macroscopic Examination).....	40
2.7.2	Pemeriksaan Mikro (Microscopic Examination).....	41
BAB III METODE DAN PROSEDUR PELAKSANAAN.....		43
3.1	Diagram Alir	43
3.2	Metodologi Penelitian	44
3.3	Langkah-Langkah Pengujian dan Pengambilan Data	46
3.4	Perancangan <i>Micro Electric Oven Furnace</i>	47
3.5	Bahan Fabrikasi <i>Micro Electric Oven Furnace</i>	49
3.5.1	Mild Steel Sheet.....	50

3.5.2	Plat Aluminium.....	50
3.5.3	Bahan Refractory	51
3.5.4	Tubular Finned Heater	53
3.5.5	Thermocouple	55
3.5.6	Thermocontrol	56
3.5.7	Kontaktor	57
3.5.8	Lampu Indikator	58
3.5.9	Panel Box.....	59
3.6	Fabrikasi <i>Micro Electric Oven Furnace</i>	60
3.6.1	Rangka	60
3.6.2	Plat Luar Oven.....	62
3.6.3	Lapisan Cor <i>Castable</i> LCC-16	64
3.6.4	Refractory Rockwool.....	65
3.6.5	Plat Dalam Oven.....	66
3.6.6	Pemasangan Bata Api SK-34.....	67
3.6.7	Pelapisan Semen Castable Bagian Dalam	69
3.6.8	Bak Quenching	70
3.6.9	Rangka Dudukan Panel Quenching	71
3.6.10	Perakitan Kelistrikan.....	72
3.7	Material Pengujian Kekerasan dan Struktur Mikro	75
3.8	Spesimen Pengujian	76
3.8.1	Spesimen Uji Kekerasan.....	76
3.8.2	Spesimen Uji Metalografi.....	76
3.9	Peralatan yang digunakan	77
3.9.1	Tungku Pemanas.....	77
3.9.2	Mesin <i>Sanding & Polishing</i>	78

3.9.3	Peralatan Etsa.....	80
3.9.4	Alat Uji Kekerasan.....	81
3.10	Prosedur Penelitian.....	82
3.10.1	Persiapan Alat Uji.....	82
3.10.2	Persiapan Benda Uji.....	82
3.10.3	Pelaksanaan Perlakuan Annealing	84
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		85
4.1	Rancang Bangun <i>Micro Electric Oven Furnace</i>	85
4.1.1	Dimensi Ruang Pemanas	85
4.1.2	Spesifikasi Dinding Oven	86
4.1.3	Hasil Pengujian Laju Pemanasan.....	87
4.2	Data Pengujian Kandungan Kimia Al 6063.....	88
4.3	Hasil Pengujian Kekerasan	88
4.3.1	Data Pengujian Kekerasan	89
4.3.2	Pembahasan Hasil Pengujian Kekerasan	90
4.4	Hasil Pengujian Struktur Mikro	91
4.4.1	Data Pengujian Struktur Mikro.....	92
4.4.2	Pembahasan Hasil Pengujian Struktur Mikro	95
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		96
5.1	Kesimpulan	96
5.2	Saran.....	97
DAFTAR PUSTAKA		98
LAMPIRAN		102

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Coil heater	4
Gambar 2.2 Tubular model standar.....	5
Gambar 2.3 Thermocouple type k.....	6
Gambar 2.4 Thermocontrol autonics TC4S	8
Gambar 2.5 Respon objek terhadap aksi pengendalian	9
Gambar 2.6 Muffle furnace.....	11
Gambar 2.7 Bata tahan api SK-34.....	13
Gambar 2.8 Komposisi semen castable LCC-16	14
Gambar 2.9 Refractory mortar SK-34.....	16
Gambar 2.10 Rockwool	17
Gambar 2.11 Siklus annealing	27
Gambar 2.12 Media pengujian brinell	33
Gambar 2.13 Media pengujian vickers	35
Gambar 2.14 Indentor pengujian kekerasan vickers	36
Gambar 2.15 Cara kerja mesin penguji kekerasan rockwell.....	37
Gambar 2.16 Media pengujian rockwell.....	39
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	43
Gambar 3.2 Titik pengujian kekerasan	47
Gambar 3.3 Desain dan skema <i>micro electric oven furnace</i>	48
Gambar 3.4 Lapisan refractory yang digunakan	49
Gambar 3.5 Plat mild steel sheet.....	50
Gambar 3.6 Plat aluminium	51
Gambar 3.7 Refractory semen castable LCC-16.....	51
Gambar 3.8 Refractory bata tahan api SK-34	52
Gambar 3.9 <i>Refractory rockwool</i>	52
Gambar 3.10 Refractory mortar SK-34.....	53
Gambar 3.11 Dimensi tubular heater	54
Gambar 3.12 Tubular finned heater	54
Gambar 3.13 Thermocouple type-K	55
Gambar 3.14 Thermocontrol autonics TC4S	56

Gambar 3.15 <i>Wiring diagram</i> autonics TC4S.....	57
Gambar 3.16 Kontaktor.....	57
Gambar 3.17 Lampu Indikator.....	58
Gambar 3.18 Panel box.....	59
Gambar 3.19 Drawing 2D rangka.....	61
Gambar 3.20 Drawing 2D plat luar oven.....	62
Gambar 3.21 Drawing 2D lapisan cor castable.....	64
Gambar 3.22 Desain setelah dipasang refractory rockwool.....	65
Gambar 3.23 Desain setelah selesai pemasangan bata api.....	68
Gambar 3.24 Desain setelah selesai pelapsian semen castable.....	69
Gambar 3.25 Drawing 2D bak media quenching.....	70
Gambar 3.26 Penempatan komponen dalam box panel.....	73
Gambar 3.27 <i>Wiring diagram</i> electric oven furnace.....	74
Gambar 3.28 Alat <i>micro electric oven furnace</i>	78
Gambar 3.29 Mesin polishing.....	79
Gambar 3.30 Mesin sanding.....	79
Gambar 3.31 Alat uji kekerasan krisbow KW0600121.....	81
Gambar 3.32 Raw material plat strip aluminium 6063.....	83
Gambar 3.33 Hasil pemotongan untuk pengujian kekerasan dan struktur mikro.....	83
Gambar 3.34 Mengatur suhu oven 300°C.....	84
Gambar 3.35 Pembagian benda uji kekerasan dan struktur mikro sesuai variasi holding time.....	84
Gambar 4.1 Spesifikasi dinding <i>micro electric oven furnace</i>	86
Gambar 4.2 Pengujian laju pemanasan.....	87
Gambar 4.3 Benda uji setelah proses pengujian kekerasan.....	89
Gambar 4.4 Grafik hasil uji kekerasan.....	90
Gambar 4.5 Benda uji hasil pengujian struktur mikro.....	91

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi bata tahan api SK-34	13
Tabel 2.2 Spesifikasi semen castable	15
Tabel 2.3 Spesifikasi rockwool.....	17
Tabel 2.4 Thermal conductivity of material.....	17
Tabel 2.5 Penamaan paduan aluminium	19
Tabel 2.6 Komposisi kimia aluminium Alloy 6063.....	22
Tabel 2.7 Penamaan proses heat treatment pada paduan aluminium.....	24
Tabel 2.8 Jenis baja dan waktu tahan yang dibutuhkan pada proses perlakuan ..	30
Tabel 2.9 Skala Kekerasan Rockwell dan Huruf Awalannya	39
Tabel 3.1 Daftar penggunaan <i>refractory</i> pada <i>micro electric oven furnace</i>	53
Tabel 3.2 Spesifikasi finned tubular heater.....	55
Tabel 3.3 Spesifikasi thermocouple tipe K	56
Tabel 3.4 Spesifikasi thermocontrol autonics TC4S.....	57
Tabel 3.5 Spesifikasi kontaktor.....	58
Tabel 3.6 Spesifikasi lampu indikator hijau.....	59
Tabel 3.7 Spesifikasi box panel	60
Tabel 3.8 Chemical composition of aluminium alloy 6063.....	75
Tabel 3.9 <i>Mechanical properties of aluminium alloy 6063</i>	75
Tabel 3.10 Beberapa jenis etsa.....	80
Tabel 3.11 Spesimen raw material benda uji	82
Tabel 4.1 Spesifikasi <i>micro electric oven furnace</i>	85
Tabel 4.2 Spesifikasi dinding <i>micro electric oven furnace</i>	86
Tabel 4.3 Perbandingan hasil uji komposisi logam	88
Tabel 4.4 Data hasil pengujian kekerasan aluminium 6063	89
Tabel 4.5 Data hasil pengujian struktur mikro aluminium 6063	92

DAFTAR NOTASI

0	Keterangan	Penggunaan pertama halaman
T	Waktu penahanan (menit)	35
H	Tebal benda kerja (mm)	35
h	Koefisien perpindahan panas konveksi (W/m ² .K)	37
BHN	Angka Kekerasan brinell (HB)	39
P	Beban yang digunakan (Kg)	39
D	Diameter bola baja (mm)	39
d	Diameter lekukan (mm)	39
A	Luas penampang (mm ²)	39
H _v	Angka kekerasan Vickers	40
d	Diagonal rata-rata	41
HRB	Angka kekerasan rockwell	45
I	Kuat arus listrik (ampere)	55
V	Tegangan listrik (volt)	55
P	Daya listrik (watt)	55
Hz	Frekuensi (Hz)	58
v	Kecepatan pencapaian suhu (°C/s)	90
T_1	Suhu awal (°C)	90
T_0	Suhu akhir (°C)	90
t_1-t_0	Selang waktu (s)	90

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar teknik assembly	102
Lampiran 2 Dimensi electric oven furnace	103
Lampiran 3 Gambar teknik finned tubular heater	104
Lampiran 4 Gambar teknik rangka	105
Lampiran 5 Gambar teknik dinding luar oven	106
Lampiran 6 Hasil pengujian komposisi kimia	107
Lampiran 7 Jadwal pengujian kekerasan	109
Lampiran 8 Jadwal realisasi kegiatan	109
Lampiran 9 Realisasi anggaran pembuatan electric oven furnace	110
Lampiran 10 Realisasi anggaran pengujian aluminium 6063	111