

TUGAS AKHIR

**KAJI EKSPERIMEN PENGARUH VARIASI KETEBALAN
DAN TEMPERATUR PENUAAN (AGING) PADA PROSES
PERLAKUAN PANAS T6 TERHADAP KESTABILAN
DIMENSI MATERIAL AI 6061**



Disusun Oleh :

HELMI KURNIA RAMADHAN
1422000049

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

2025

TUGAS AKHIR

KAJI EKSPERIMEN PENGARUH VARIASI KETEBALAN DAN TEMPERATUR PENUAAN (AGING) PADA PROSES PERLAKUAN PANAS T6 TERHADAP KESTABILAN DIMENSI MATERIAL AI 6061



Disusun oleh:

HELMI KURNIA RAMADHAN
1422000049

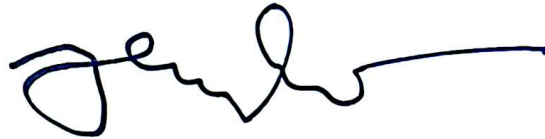
**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2025**

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

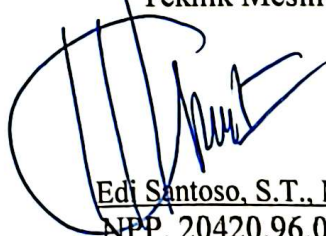
NAMA : HELMI KURNIA RAMADHAN
NBI : 1422000049
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN
FAKULTAS : FAKULTAS TEKNIK
JUDUL : KAJI EKSPERIMEN PENGARUH VARIASI KETEBALAN DAN TEMPERATUR PENUAAN (AGING) PADA PROSES PERLAKUAN PANAS T6 TERHADAP KESTABILAN DIMENSI MATERIAL Al 6061

Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing



Harjo Seputro, S.T., M.T.
NPP. 20420.96.0471


Dekan
Fakultas Teknik
Dr. Ir. Sajiyu, M.Kes., IPU., ASEAN Eng
NPP. 20410.90.0197

Ketua Program Studi
Teknik Mesin

Edi Santoso, S.T., M.T.
NPP. 20420.96.0485

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan Judul:
**KAJI EKSPERIMEN PENGARUH VARIASI KETEBALAN DAN
TEMPERATUR PENUAAN (AGING) PADA PROSES PERLAKUAN PANAS
T6 TERHADAP KESTABILAN DIMENSI MATERIAL AI 6061**

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.

Sidoarjo, 09 November 2024



HELMI KURNIA RAMADHAN
1422000049



UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN
Jl. SEMOLOWARU 45 SURABAYA
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)
e-mail : perpus@untag-sby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Civitas Akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : HELMI KURNIA RAMADHAN
NBI/ NPM : 1422000049
Fakultas : FAKULTAS TEKNIK
Program Studi : TEKNIK MESIN
Jenis Karya : Skripsi/ ~~Tesis/ Disertasi/ Laporan Penelitian/ Praktek*~~

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:

KAJI EKSPERIMEN PENGARUH VARIASI KETEBALAN DAN TEMPERATUR PENUAAN (AGING) PADA PROSES PERLAKUAN PANAS T6 TERHADAP KESTABILAN DIMENSI MATERIAL AI 6061

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

Dibuat di : 18 DESEMBER 2024
Pada tanggal : 18 DESEMBER 2024

*Coret yang tidak perlu

Yang Menyatakan,

(.....)  (.....)
HELMI KURNIA RAMADHAN

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Tuhan YME yang telah memberikan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir yang berjudul “KAJI EKSPERIMEN PENGARUH VARIASI KETEBALAN DAN TEMPERATUR PENUAAN (AGING) PADA PROSES PERLAKUAN PANAS T6 TERHADAP KESTABILAN DIMENSI MATERIAL AI 6061”.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan arahan banyak pihak. Oleh karena itu pada kesempatan kali ini penulis menyampaikan rasa suka cita dan terima kasih kepada pihak-pihak yang terkait :

1. Seluruh keluarga terutama kedua orang tua saya yang telah memberikan dukungan, semangat, do'a serta bantuan berupa material maupun spiritual sehingga dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir.
2. Bapak Edi Santoso, S.T., M.T. selaku kaprodi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
3. Bapak Harjo Seputro, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan masukan dalam penyusunan Proposal Tugas Akhir ini.
4. Para dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, yang telah memberikan ilmu sehingga penulis dapat Menyusun Proposal Tugas Akhir.
5. Teman-teman *Soekanik* yang telah mendukung dan memberi support.
6. Amelia Lailatus selaku kekasih saya yang terus memberikan dukungan dengan tulus untuk berjuang menyelesaikan skripsi ini hingga tuntas.

Penulis menyadari bahwa masih ada beberapa hal yang ditambahkan untuk menyempurnakan dan melengkapi Proposal Tugas Akhir ini, sehingga penulis mengharapkan tanggapan dan saran dari para pembaca.

Sidoarjo, 12 Desember 2024



HELMI KURNIA RAMADHAN

ABSTRAK

KAJI EKSPERIMEN PENGARUH VARIASI KETEBALAN DAN TEMPERATUR PENUAAN (AGING) PADA PROSES PERLAKUAN PANAS T6 TERHADAP KESTABILAN DIMENSI MATERIAL Al 6061

Stabilitas dimensi, merujuk pada kemampuan material untuk menahan perubahan ukuran dan bentuk ketika terkena berbagai kondisi lingkungan, sangat penting untuk material yang digunakan dalam dunia industri. Faktor-faktor ini sangat penting untuk memastikan pengoperasian komponen dan produk yang efisien dan andal, terutama dalam industri seperti konstruksi dan elektronik. Stabilitas dimensi dapat dipengaruhi oleh sejumlah faktor, seperti paparan bahan kimia, kelembaban, suhu, dan tekanan. dalam aluminium 6061. Bentuk spesimen dibuat melalui proses permesinan. Dalam proses pembuatan, spesimen dibuat dengan ketebalan yang berbeda dari 2, 4 dan 6 mm. Ada perbedaan pada perlakuan panas T6 pada tahap penuaan (aging) dengan temperatur 120°C, 140°C, dan 160°C. Penelitian ini berkonsentrasi pada kesetabilan dimensi, yang akan diuji oleh perangkat pengukuran koordinat (CMM). Variasi ketebalan dua milimeter dengan suhu penuaan 120°C derajat menunjukkan perubahan dimensi terbesar. Semakin besar kemiringan suatu spesimen, semakin besar tingkat perubahan dimensinya, dan semakin tebal spesimen, semakin stabil dimensinya.

Kata kunci : aluminium paduan 6061, CMM, stabilitas dimensi, T6.

ABSTRACT

EXPERIMENTAL STUDY ON THE EFFECT OF THICKNESS VARIATION AND AGING TEMPERATURE IN THE T6 HEAT TREATMENT PROCESS ON THE DIMENSIONAL STABILITY OF Al 6061 MATERIAL

Dimensional stability, which refers to The capacity of a substance to withstand modifications in size and shape when exposed to various environmental conditions, is critical for materials used in industry. These factors are essential to ensure the efficient and reliable operation of components and products, especially in industries such as construction and electronics. Dimensional stability can be affected by several elements, including exposure to chemicals, humidity, temperature, and pressure. in aluminum 6061. The shape of the specimen was made through a machining process. In the manufacturing process, the specimens were made with different thicknesses of 2, 4 and 6 mm. There were differences in the T6 heat treatment at the aging stage with temperatures of 120°C, 140°C, and 160°C. This study focuses on dimensional stability, which will be tested by a coordinate measuring device (CMM). A thickness variation of two millimeters with an aging temperature of 120°C degrees showed the greatest dimensional change. The greater the tilt of a specimen, the greater the degree of dimensional change, and the thicker the specimen, the more stable the dimension.

Keywords: aluminum alloy 6061, CMM, dimensional stability, T6.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xvi

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Komposit Matrik Logam	5
2.2 Komposit Matrik Aluminium (AMC).....	6
2.3 Aluminium paduan 6061	6
2.4 Perlakuan Panas T6.....	7
2.4.1 Tahap perlakuan panas pelarutan (Solution heat treatment).....	8
2.4.2 Tahap pengejukan / pendinginan (Quenching)	8
2.4.3 Tahap penuaan (Aging)	9
2.5 Kesetabilan Dimensi	9
2.5.1 Definisi dan penyebab terjadinya kesetabilan dimensi	9
2.5.2 Pengaruh perlakuan panas T6 terhadap kesetabilan dimensi	10
2.5.3 Pengukuran kestabilan dimensi	11

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Rencana Penelitian.....	15
3.2 Diagram Alir Penelitian.....	15
3.3 Penjelasan Diagram Alir Penelitian	17
3.3.1 Persiapan alat dan bahan.....	17
3.3.2 Proses permesinan membuat spesimen uji CMM	18
3.3.3 Pengujian kestabilan dimensi dengan metode CMM	20
3.3.4 Proses perlakuan panas T6.....	20
3.3.5 Pengujian kestabilan dimensi dengan metode CMM	20

BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambar Spesimen Uji	21
4.1.1 Bentuk 3D spesimen.....	21
4.1.2 Pengamatan Titik Koordinat Tampak Atas.....	22
4.1.3 Pengamatan Titik Koordinat Tampak Bawah	23
4.2 Hasil Pengujian.....	24
4.2.1 Perbandingan Koordinat Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6	24
4.2.1.1 Pengamatan spesimen dengan ketebalan 2mm dan temperatur aging 120°C.....	24
4.2.1.2 spesimen dengan ketebalan 4mm dan temperatur aging 120°C	30
4.2.1.3 spesimen dengan ketebalan 6mm dan temperatur aging 120°C	36
4.2.1.4 spesimen dengan ketebalan 2mm dan temperatur aging 140°C	42
4.2.1.5 spesimen dengan ketebalan 4mm dan temperatur aging 140°C	48
4.2.1.6 spesimen dengan ketebalan 6mm dan temperatur aging 140°C	54
4.2.1.7 spesimen dengan ketebalan 2mm dan temperatur aging 160°C	60
4.2.1.8 spesimen dengan ketebalan 4mm dan temperatur aging 160°C	66
4.2.1.9 spesimen dengan ketebalan 6mm dan temperatur aging 160°C	72
4.2.2 Perhitungan kemiringan garis.....	78
4.2.2.1 spesimen dengan ketebalan 2mm dan temperatur aging 120°C	78
4.2.2.2 spesimen dengan ketebalan 4mm dan temperatur aging 120°C	81
4.2.2.3 spesimen dengan ketebalan 6mm dan temperatur aging 120°C	84
4.2.2.4 spesimen dengan ketebalan 2mm dan temperatur aging 140°C	87
4.2.2.5 spesimen dengan ketebalan 4mm dan temperatur aging 140°C	90
4.2.2.6 spesimen dengan ketebalan 6mm dan temperatur aging 140°C	93
4.2.2.7 spesimen dengan ketebalan 2mm dan temperatur aging 160°C	96
4.2.2.8 spesimen dengan ketebalan 4mm dan temperatur aging 160°C	99
4.2.2.9 spesimen dengan ketebalan 6mm dan temperatur aging 160°C	102
4.2.3 Hasil perhitungan data spesimen variasi ketebalan dan temperatur Penuaan	105
4.3 Analisa Data.....	106
4.3.1 Analisa Data Pengaruh Ketebalan Terhadap kestabilan dimensi	106
4.3.2 Analisa Data Pengaruh Temperatur Penuaan Terhadap kestabilan dimensi	110

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	115
5.2 Saran.....	115

DAFTAR PUSTAKA	117
-----------------------------	-----

LAMPIRAN	119
-----------------------	-----

DAFTAR GAMBAR

2.1 Skema perlakuan panas	7
2.2 mesin coordinat measuring machine cmm	13
3.1 Diagram alir penelitian	15
3.2 Bentuk dan dimensi spesimen uji CMM(a) ketebalan 2mm (b) ketebalan 4mm (c) ketebalan 6mm	19
3.3 perlakuan panas T6	20
4.1 Bentuk 3D spesimen ketebalan 2mm (a), ketebalan 4mm (b), ketebalan 6mm (c).....	22
4.2 Posisi titik tampak atas	22
4.3 Posisi titik tampak bawah.....	23
4.4 Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu X	25
4.5 Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu Y	26
4.6 Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu Z	26
4.7 Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu X	28
4.8 Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu Y	29
4.9 Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu Z	29
4.10 Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu X	31
4.11 Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu Y	32
4.12 Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu Z	32
4.13 Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu X	34
4.14 Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu Y	35
4.15 Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu Z.....	35
4.16 Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu X	37
4.17 Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu Y	38
4.18 Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu Z.....	38

4.19	Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu X	40
4.20	Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu Y	41
4.21	Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu Z	41
4.22	Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu X	43
4.23	Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu Y	44
4.24	Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu Z	44
4.25	Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu X	46
4.26	Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu Y	47
4.27	Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu Z	47
4.28	Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu X	49
4.29	Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu Y	50
4.30	Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu Z	50
4.31	Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu X	52
4.32	Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu Y	53
4.33	Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu Z	53
4.34	Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu X	55
4.35	Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu Y	56
4.36	Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu Z	56
4.37	Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu X	58
4.38	Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu Y	59
4.39	Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu Z	59
4.40	Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu X	61

4.41	Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu Y	62
4.42	Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu Z.....	62
4.43	Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu X	64
4.44	Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu Y	65
4.45	Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu Z.....	65
4.46	Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu X	67
4.47	Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu Y	68
4.48	Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu Z.....	68
4.49	Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu X	70
4.50	Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu Y	71
4.51	Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu Z.....	71
4.52	Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu X	73
4.53	Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu Y	74
4.54	Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu Z.....	74
4.55	Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu X	76
4.56	Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu Y	77
4.57	Pola Pergeseran Titik Koordinat Antara Sebelum dan Sesudah Perlakuan Panas T6 Sumbu Z.....	77
4.58	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu X.....	78
4.59	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu Y.....	78
4.60	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu Z.....	79
4.61	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu X.....	79
4.62	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu Y.....	80
4.63	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu Z.....	80
4.64	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu X.....	81
4.65	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu Y.....	81
4.66	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu Z.....	82
4.67	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu X.....	82

4.68	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu Y	83
4.69	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu Z	83
4.70	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu X	84
4.71	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu Y	84
4.72	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu Z	85
4.73	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu X	85
4.74	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu Y	85
4.75	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu Z	86
4.76	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu X	86
4.77	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu Y	87
4.78	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu Z	87
4.79	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu X	88
4.80	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu Y	88
4.81	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu Z	89
4.82	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu X	89
4.83	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu Y	90
4.84	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu Z	90
4.85	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu X	91
4.86	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu Y	91
4.87	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu Z	92
4.88	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu X	92
4.89	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu Y	93
4.90	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu Z	93
4.91	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu X	94
4.92	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu Y	94
4.93	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu Z	95
4.94	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu X	95
4.95	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu Y	96
4.96	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu Z	96
4.97	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu X	97
4.98	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu Y	97
4.99	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu Z	98
4.100	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu X	98
4.101	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu Y	99
4.102	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu Z	99
4.103	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu X	100
4.104	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu Y	100
4.105	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu Z	101
4.106	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu X	101
4.107	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu Y	102
4.108	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu Z	102
4.109	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu X	103
4.110	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu Y	103
4.111	Selisih kemiringan sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 sumbu Z	104

4.112 Grafik pengaruh ketebalan terhadap kestabilan dimensi tampak atas sumbu X.....	106
4.113 Grafik pengaruh ketebalan terhadap kestabilan dimensi tampak bawah sumbu X.....	106
4.114 Grafik pengaruh ketebalan terhadap kestabilan dimensi tampak atas sumbu Y.....	107
4.115 Grafik pengaruh ketebalan terhadap kestabilan dimensi tampak bawah sumbu Y.....	107
4.116 Grafik pengaruh ketebalan terhadap kestabilan dimensi tampak atas sumbu Z.....	108
4.117 Grafik pengaruh ketebalan terhadap kestabilan dimensi tampak bawah sumbu Z.....	108
4.118 Grafik pengaruh ketebalan terhadap kestabilan dimensi tampak atas sumbu X.....	110
4.119 Grafik pengaruh ketebalan terhadap kestabilan dimensi tampak bawah sumbu X.....	110
4.120 Grafik pengaruh ketebalan terhadap kestabilan dimensi tampak atas sumbu Y.....	111
4.121 Grafik pengaruh ketebalan terhadap kestabilan dimensi tampak bawah sumbu Y.....	111
4.122 Grafik pengaruh ketebalan terhadap kestabilan dimensi tampak atas sumbu Z.....	112
4.123 Grafik pengaruh ketebalan terhadap kestabilan dimensi tampak bawah sumbu Z.....	112

DAFTAR TABEL

2.1 Komposisi kimia dari paduan aluminium 6061	5
3.1 Alat untuk proses permesinan membuat spesimen uji.....	12
4.1 kedudukan titik koordinat tampak atas ketebalan 2mm dan temperature aging 120°C.....	24
4.2 Persentase jumlah titik koordinat sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 ketebalan 2mm tampak atas	25
4.3 kedudukan titik koordinat tampak bawah ketebalan 2mm dan temperature aging 120°C.....	27
4.4 Persentase jumlah titik koordinat sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 ketebalan 2mm tampak bawah	28
4.5 kedudukan titik koordinat tampak atas ketebalan 4mm dan temperature aging 120°C.....	30
4.6 Persentase jumlah titik koordinat sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 ketebalan 4mm tampak atas	31
4.7 kedudukan titik koordinat tampak bawah ketebalan 4mm dan temperature aging 120°C.....	33
4.8 Persentase jumlah titik koordinat sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 ketebalan 4mm tampak bawah	34
4.9 kedudukan titik koordinat tampak atas ketebalan 6mm dan temperature aging 120°C.....	36
4.10 Persentase jumlah titik koordinat sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 ketebalan 6mm tampak atas	37
4.11 kedudukan titik koordinat tampak bawah ketebalan 6mm dan temperature aging 120°C.....	39
4.12 Persentase jumlah titik koordinat sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 ketebalan 6mm tampak bawah	40
4.13 kedudukan titik koordinat tampak atas ketebalan 2mm dan temperature aging 140°C.....	42
4.14 Persentase jumlah titik koordinat sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 ketebalan 2mm tampak atas	43
4.15 kedudukan titik koordinat tampak bawah ketebalan 2mm dan temperature aging 140°C.....	45
4.16 Persentase jumlah titik koordinat sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 ketebalan 2mm tampak bawah	46
4.17 kedudukan titik koordinat tampak atas ketebalan 4mm dan temperature aging 140°C.....	48
4.18 Persentase jumlah titik koordinat sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 ketebalan 4mm tampak atas	49
4.19 kedudukan titik koordinat tampak bawah ketebalan 4mm dan temperature aging 140°C.....	51

4.20 Persentase jumlah titik koordinat sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 ketebalan 4mm tampak bawah.....	52
4.21 kedudukan titik koordinat tampak atas ketebalan 6mm dan temperature aging 140°C.....	54
4.22 Persentase jumlah titik koordinat sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 ketebalan 6mm tampak atas	55
4.23 kedudukan titik koordinat tampak bawah ketebalan 6mm dan temperature aging 140°C.....	57
4.24 Persentase jumlah titik koordinat sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 ketebalan 6mm tampak bawah	58
4.25 kedudukan titik koordinat tampak atas ketebalan 2mm dan temperature aging 160°C.....	60
4.26 Persentase jumlah titik koordinat sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 ketebalan 2mm tampak atas	61
4.27 kedudukan titik koordinat tampak atas ketebalan 2mm dan temperature aging 160°C.....	63
4.28 Persentase jumlah titik koordinat sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 ketebalan 2mm tampak atas	64
4.29 kedudukan titik koordinat tampak atas ketebalan 4mm dan temperature aging 160°C.....	66
4.30 Persentase jumlah titik koordinat sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 ketebalan 4mm tampak atas	67
4.31 kedudukan titik koordinat tampak bawah ketebalan 4mm dan temperature aging 160°C.....	69
4.32 Persentase jumlah titik koordinat sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 ketebalan 4mm tampak bawah	70
4.33 kedudukan titik koordinat tampak atas ketebalan 6mm dan temperature aging 160°C.....	72
4.34 Persentase jumlah titik koordinat sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 ketebalan 6mm tampak atas	73
4.35 kedudukan titik koordinat tampak bawah ketebalan 6mm dan temperature aging 160°C.....	75
4.36 Persentase jumlah titik koordinat sebelum dan sesudah perlakuan panas T6 ketebalan 6mm tampak bawah	76
4.37 Hasil perhitungan kemiringan spesimen variasi ketebalan dan temperature penuaan.....	105