

SKRIPSI

PENGARUH PERLAKUAN PANAS T6 PADA ALUMUNIUM AA 6061 TERHADAP KETAHANAN LELAH MATERIAL

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



Oleh:

RACHMAT ARTICO DARMAWAN

03051381823090

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2022

SKRIPSI

PENGARUH PERLAKUAN PANAS T6 PADA ALUMINIUM AA 6061 TERHADAP KETAHANAN LELAH MATERIAL

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



Oleh:

RACHMAT ARTICO DARMAWAN

03051381823090

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2022

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH PERLAKUAN PANAS T6 PADA
ALUMINIUM AA 6061 TERHADAP KETAHANAN
LELAH MATERIAL**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

Oleh:

RACHMAT ARTICO DARMAWAN

03051381823090

Palembang, April 2022

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin

A blue ink signature of Irsyadi Yanti is written over a circular official stamp of the Faculty of Engineering, Sriwijaya University. The stamp contains the text 'UNIVERSITAS SRIWIJAYA' and 'FAKULTAS TEKNIK'.

Irsyadi Yanti, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP. 197112251997021001

**Diperiksa dan disetujui oleh
Pembimbing Skripsi**

A black ink signature of Prof. Dr. Ir. Nukman is written in a cursive style.

Prof. Dr. Ir. Nukman, M.T

NIP. 195903211987031001

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :

SKRIPSI

NAMA : RACHMAT ARTICO DARMAWAN
NIM : 03051381823090
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL SKRIPSI : PENGARUH PERLAKUAN PANAS T6 PADA
ALUMUNIUUM AA 6061 TERHADAP KETAHANAN
LELAH MATERIAL
DIBUAT TANGGAL : AGUSTUS 2021
SELESAI TANGGAL : MARET 2022

Palembang, April 2022

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yanti, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197112251997021001

Diperiksa dan disetujui oleh
Pembimbing Skripsi



Prof. Dr. Ir. Nukman, M.T
NIP. 195903211987031001

HALAMAN PERSETUJUAN

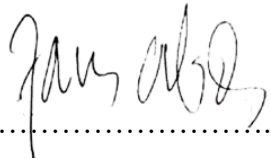
Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Pengaruh Perlakuan Panas T6 Pada Alumunium AA 6061 Terhadap Ketahanan Lelah Material” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 30 Maret 2022.

Palembang, April 2022

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

Ketua:

1. Ir. H.Zainal Abidin, M.T.
NIP. 195809101986021001



(.....)

Sekretaris:


2. Qomarul Hadi, S.T., M.T.
NIP. 196902131995031001



(.....)

Anggota:

3. Ir. Helmy Alian, M.T.
NIP. 195910151987031006



(.....)

Palembang. April 2022

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yanti, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP. 197112251997021001

Diperiksa dan disetujui oleh

Pembimbing Skripsi



Prof. Dr. Ir. Nukman, M.T

NIP. 195903211987031001

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji dan syukur penulis atas kehadiran Allah SWT. yang telah memberikan Rahmat, Nikmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi yang berjudul” **Pengaruh Perlakuan Panas T6 Pada Aluminium Paduan AA6061 Terhadap Ketahanan Lelah Material**”, disusun untuk melengkapi salah satu syarat mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini dengan setulus hati penulis menyampaikan rasa hormat dan terimakasih yang tak terhingga atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan dalam penyusunan skripsi ini kepada :

1. Kedua orang tua saya dan adik saya yang selalu memberi semangat, doa dan dukungan kepada saya agar mamu menjalani perkuliahan dengan baik dan lancar.
2. Prof. Dr. Ir. Nukman, M.T sebagai pengajar sekaligus dosen pembimbing.
3. Ir. Zainal Abidin, M.T selaku pembimbing akademik penulis di jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Ketua Jurusan, Sekretaris Jurusan dan dosen-dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya yang telah membekali saya dengan ilmu yang bermanfaat sebelum menyusun skripsi ini.
5. Teman seperjuangan Angkatan 2018 yang sudah menemani, membantu dan menyemangati proses pembuatan skripsi ini.
6. Sindy Nadya H Putri yang selalu memotivasi, membantu, menemani dan memberi semangat dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak sekali kekurangan karena keterbatasan ilmu dan pengalaman yang penulis miliki. oleh

karena itu, saran dan kritik yang membangun untuk skripsi ini kedepannya akan sangat membantu. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang di kemudian hari.

Palembang, April 2022

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Rachmat Artico Darmawan', with a long horizontal line extending from the end of the signature.

Rachmat Artico Darmawan

Nim. 03051381823090

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rachmat Artico Darmawan

NIM : 03051381823090

Judul : Pengaruh Perlakuan Panas T6 Pada Alumunium AA 6061 Terhadap Ketahanan Lelah Material.

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, April 2022



Rachmat Artico Darmawan

NIM. 03051381823090

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rachmat Artico Darmawan

Nim : 03051381823090

Judul : Pengaruh Perlakuan Panas T6 Pada Alumunium AA 6061 Terhadap Ketahanan Lelah Material.

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya saya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian, saya buat pernyataan ini dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, April 2022



Rachmat Artico Darmawan

NIM. 03051381823090

RINGKASAN

PENGARUH PERLAKUAN PANAS T6 PADA ALUMUNIUM AA 6061
TERHADAP KETAHANAN LELAH MATERIAL

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, April 2022

Rachmat Artico Darmawan ; Dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. Nukman, M.T

PENGARUH PERLAKUAN PANAS T6 PADA ALUMUNIUM AA 6061
TERHADAP KETAHANAN LELAH MATERIAL

XIX + 43 Halaman, 11 Tabel, 18 Gambar

RINGKASAN

Alumunium Alloy (AA) 6061 paduan dari unsur kimia Si (silikon), Mg (magnesium) yang seringkali digunakan pada menggunakan material ini sebagai bahan utama dalam perancangan alat maupun konstruksi. Aluminium 6061 mempunyai sifat-sifat yang menguntungkan seperti tahan terhadap korosi, dapat di perlaku-panaskan, ketangguhan baik, serta sifat mampu las yang baik. Untuk meningkatkan kekuatan mekanik Alumunium Paduan diperlukan suatu upaya yang disebut Proses perlakuan panas (*heat treatment*). Dengan melakukan upaya tersebut, logam dapat dibuat lebih keras, lebih kuat dan lebih tahan terhadap benturan. Selain itu, dapat meningkatkan kekuatan bahan tanpa paduan lebih lanjut. Pada upaya ini, terdapat metode *artificial aging* untuk meningkatkan kekuatan alumunium, memberikan perlakuan *artificial aging* terhadap material dengan pemilihan waktu yang tepat dapat meningkatkan nilai kekuatan mekanik yang optimum. Nilai dari kekuatan lelah pada alumunium paduan AA6061 memiliki

kecenderungan menurun ketika diberi perlakuan panas. Hal ini diperoleh berdasarkan hasil pengujian dan pengolahan fatik terhadap aluminium paduan seri 6061 tanpa perlakuan panas (NHT) pada sudut puntir 1° nilai kekuatan lelahnya adalah 4464000 siklus. Sedangkan, spesimen yang diberi perlakuan panas (HT) dengan sudut puntir yang sama maka kekuatan Lelah spesimen HT 1 jam, HT 3 jam dan HT 5 jam berturut-turut yaitu sebesar 966000 siklus, 1422000 siklus dan 1776000 siklus. Kemudian, pada sudut puntir 2° nilai kekuatan lelah spesimen NHT adalah 2835000 siklus, sedangkan spesimen HT 1 jam, HT 3 jam dan HT 5 jam berturut-turut yaitu sebesar 606000 siklus, 930000 siklus dan 1116000 siklus. Terakhir, Pada sudut puntir 3° nilai kekuatan lelah spesimen NHT adalah 405000 siklus, sedangkan spesimen HT 1 jam, HT 3 jam dan 5 jam berturut-turut yaitu sebesar 84000 siklus, 126000 siklus dan 153000 siklus. Sehingga dapat diketahui adanya kecenderungan penurunan nilai kekerasan apabila AA6061 yang diberikan perlakuan panas (HT). Hal ini dibuktikan dari data yang didapat bahwa nilai kekuatan lelah yang paling tinggi terdapat pada spesimen AA6061 NHT, sedangkan nilai kekuatan Lelah yang paling rendah yaitu spesimen AA6061 HT 1 jam. Selain itu, diketahui juga terdapat pengaruh *quenching* pada AA6061 telah menjadikan material tersebut bersifat lebih rapuh (*brittle*), dibandingkan dengan material yang tidak dapat perlakuan panas sehingga permulaan patah yang dimulai dari bagian luar lebih cepat terjadi. Dalam arti kata *aging* yang dilakukan tidak memenuhi waktu tahan dalam proses *aging* tidak mencukupi atau tidak memenuhi seperti yang diajarkan di ASM Vol.4

Kata Kunci : Aluminium AA 6061, Proses Perlakuan Panas, *Artificial Aging* dan Ketahanan Lelah Material

SUMMARY

EFFECT OF T6 HEAT TREATMENT ON ALUMINUM AA 6061 ON
FATIGUE RESISTANCE OF MATERIALS

Scientific Papers in thesis, April , 2022

Rachmat Artico Darmawan: Supervised by Prof. Dr. Ir. Nukman, M.T

EFFECT OF T6 HEAT TREATMENT ON ALUMINUM AA 6061 ON
FATIGUE RESISTANCE OF MATERIALS

XIX + 43 Page, 11 Tables , 18 Figures.

SUMMARY

Aluminum Alloy (AA) 6061 is an alloy of the chemical elements Si (silicon), and Mg (magnesium) which is often used in using this material as the main material in tool design and construction. Aluminum 6061 has favorable properties such as corrosion resistance, heat treatability, good toughness, and good weldability. To increase the mechanical strength of aluminum alloys, an effort is needed called the heat treatment process. By doing so, metal can be made tougher, stronger, and more resistant to impact. In addition, it can increase the strength of the material without further alloying. In this effort, there is an artificial aging method to increase the strength of aluminum, providing artificial aging treatment of the material with the right time selection can increase the value of the optimum mechanical strength. The value of fatigue strength on aluminum alloy AA6061 tends to decrease when heat treated. This is obtained based on the results of fatigue testing and processing of 6061 series aluminum alloy without heat treatment (NHT) at a torsion angle of 1α , the fatigue strength value is 4464000 cycles. Meanwhile, for the specimens which were heat-treated (HT) with the same torsion angle, the fatigue strength of the specimens for HT 1 hour, HT 3 hours, and HT 5 hours respectively were 966000 cycles, 1422000 cycles, and 1776000 cycles. Then, at a torsion angle of 2α , the

fatigue strength of the NHT specimen was 2835000 cycles, while the 1-hour HT, 3-hour HT, and 5-hour HT specimens were 606000 cycles, 930000 cycles, and 1116000 cycles, respectively. Finally, at a torsional angle of 30° , the fatigue strength of the NHT specimen is 405,000 cycles, while the 1 hour, 3 hour, and 5 hour HT specimens are 84000 cycles, 126000 cycles, and 153000 cycles, respectively. So that it can be seen that there is a tendency to decrease the hardness value when AA6061 is given heat treatment (HT). This is evidenced from the data obtained that the highest fatigue strength value is found in the AA6061 NHT specimen, while the lowest fatigue strength value is the 1 hour AA6061 HT specimen. In addition, it is also known that there is a quenching effect on AA6061 which has made the material more brittle, compared to materials that cannot be heat treated, so that fracture starts from the outside more quickly. In the sense of the word aging that is carried out does not meet the holding time in the aging process is not sufficient or does not meet what is taught in ASM Vol.4

Keywords : Aluminum AA 6061, Heat Treatment Process, Artificial Aging and Material Fatigue Resistance

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| HALAMAN PENGESAHAN..... | iii |
| HALAMAN PERSETUJUAN..... | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI..... | viii |
| HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS..... | ix |
| RINGKASAN | x |
| SUMMARY | xii |
| DAFTAR ISI..... | xiv |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 2 |
| 1.4 Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.5 Manfaat Penelitian..... | 3 |
| DAFTAR RUJUKAN | 41 |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era modern seperti sekarang ini banyak kita jumpai benda dan barang yang terbuat dari logam. Benda dan barang itu sering kita jumpai di kehidupan sehari-hari seperti yang ada pada peralatan rumah tangga, bahan bangunan serta alat transportasi. Pada era industri, saat ini pemilihan bahan dan proses dalam pembuatan sebuah produk yang diproduksi oleh sebuah perusahaan harus sesuai, dengan fungsi dan tujuan diproduksinya produk tersebut. Dengan demikian seorang konsumen akan merasa puas dalam menggunakan produk hasil produksi dari perusahaan tersebut.

Pada automotif, bahan yang sering digunakan salah satunya ialah alumunium. Alumunium yang biasa digunakan untuk kebutuhan tersebut yaitu *Alumunium Alloy (AA) 6061* paduan dari unsur kimia Si (silikon), Mg (magnesium). Secara khusus, reduksi berat menjadi bagian yang penting dalam upaya meningkatkan efisiensi, contohnya adalah pemakaian aluminium paduan pada industri pesawat terbang. Selain itu, paduan Aluminium 6061 mempunyai sifat-sifat yang menguntungkan seperti tahan terhadap korosi, dapat di perlakuan panas, ketangguhan baik, serta sifat mampu las yang baik, sehingga banyak industri maju menggunakan material ini sebagai bahan utama dalam perancangan alat maupun konstruksi, karena penggunaannya di berbagai industri yang memiliki karakteristik kekuatan berbeda, diperlukan sebuah proses untuk meningkatkan kekuatan mekanik Alumunium Paduan. Proses perlakuan panas (*heat treatment*) merupakan metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan kekuatan Aluminium paduan.

Artificial aging merupakan metode heat treatment untuk meningkatkan kekuatan alumunium, memberikan perlakuan *artificial aging* terhadap material dengan pemilihan waktu yang tepat dapat meningkatkan nilai kekuatan mekanik yang optimum (Pranata et al., 2016). Untuk mengetahui karakteristik material yang dihasilkan maka diperlukan pengujian-pengujian. Salah satu pengujian yang dapat dilakukan yaitu uji lelah (*Fatigue*). Pengujian ini diharapkan dapat memperkirakan kelelahan dan memperoleh data yang dapat digunakan untuk memprediksi umur pakai bahan.

Setelah melihat dari latar belakang yang tertulis diatas, maka dari itu dalam penelitian ini penulis akan mengangkat pembahasan dengan judul **“Pengaruh Perlakuan Panas T6 Pada Alumunium Paduan AA6061 Terhadap Ketahanan Lelah Material ”**

1.2 Rumusan Masalah

Pada penelitian ini akan dilakukan Analisa pengaruh proses perlakuan panas T6 terhadap ketahanan lelah material AA6061. Dalam hal ini akan dianalisis seberapa besar pengaruh proses perlakuan panas T6 terhadap kelelahan yang dialami oleh material AA6061 akibat perbedaan derajat putar siklus sebesar 1°, 2° dan 3° saat pengujian *repeated torsion fatigue testing machine*.

1.3 Batasan Masalah

Pembatasan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Material bahan yang dipakai adalah alumunium paduan seri 6061 (AA6061).
2. Perlakuan panas yang dilakukan *Solution Heat Treatment* pada temperature 450°C dengan *holding time* 2 jam dan diikuti pendinginan media air dan dilanjutkan dengan *artificial aging* 175 °C selama 1,3 dan 5 jam.
3. Pengujian mekanis yang dilakukan pada penelitian ini yaitu pengujian fatik (lelah) menggunakan *repeated torsion fatigue testing machine*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui nilai dari kekuatan lelah pada alumunium paduan AA6061 baik yang diperlakukan panas maupun tidak diperlakukan panas.
2. Membandingkan kurva S-N besarnya kekuatan lelah dari material AA6061 yang diperlakukan panas dan yang tidak diperlakukan panas.
3. Mengamati dengan visual dengan kamera mikroskop.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penulisan penelitian ini yaitu :

1. Penelitian ini mampu diharapkan bisa dijadikan referensi untuk penelitian selanjutnya.
2. Untuk mendapatkan kurva S-N.
3. Untuk mengetahui langkah-langkah pengujian Analisa kekuatan *fatigue* dengan menggunakan mesin uji lelah (*fatigue*) *Repeated torsion fatigue*.
4. Pengamatan visual dengan menggunakan kamera mikroskop.
5. Dapat membandingkan kekuatan fatik antara kedua sample yang *heat treatment* dan *non heat treatment*.

DAFTAR RUJUKAN

- Askeland, D.R., 2011. What is materials science ?The Science and Engineering of Materials 0–495.
- ASM, 1991. The Materials Information Company.
- ASM Metal Handbook Vol 9, 2004. Asm metals handbook, vol 09 metallography and microstructure.
- Demir, H., and Gündüz, S., 2017. The effects of aging on machinability of 6061 aluminium alloy The effects of aging on machinability of 6061 aluminium alloy. *Materials and Design* 30, 1480–1483. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2008.08.007>
- Firdaus, M.S., Nukman, Yani, I., Arifin, A., Arifta, P., and Surya, I., 2019. The effect of heat treatment on fatigue testing of aluminum cans. *Journal of Physics: Conference Series* 1198. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1198/7/072002>
- Ihsan, E. E., Candra, G., Firdaus, N., Sari, S. D., & Putra, A., 2017. 389769069-jurnal-aluminium-doc.pdf. *Alumunium*.
- J.Ridhwan., JA Noor., MS Zakaria., Z.Zulfattah., M.H., 2014. Effects of heat treatment on microstructure and mechanical properties of die casting Al-7Si-5.5Cu-0.4Mg alloy. *Tezhong Zhuzao Ji Youse Hejin/Special Casting and Nonferrous Alloys*. <https://doi.org/10.15980/j.tzzz.2016.09.015>
- Kurniawan, A., Junus, S., Sholahudin, I., and Mulyadi, S., 2018. PENGARUH SOLUTION TREATMENT TERHADAP KEKERASAN KOMPOSIT ADC12/nano-Al₂O₃ 1, 53–55.
- Mackenzie, D.S., and Ph, D., n.d. Heat treatment of aluminum VI – Artificial aging.
- Nur Imam Subagyo, Zulhanif, H.S., 2017. Kata Pengantar. *Jurnal Ilmiah Teknosains* 2. <https://doi.org/10.26877/jitek.v2i1/mei.1006>

- Polat, A., Avsar, M., and Ozturk, F., 2015. Effects of the artificial-aging temperature and time on the mechanical properties and springback behavior of AA6061. *Materiali in Tehnologije* 49, 487–493. <https://doi.org/10.17222/mit.2013.154>
- Pranata, D.E.M., Alfirano, and Mujiat, J., 2016. Analisis Struktur Mikro Dan Sifat Mekanik Paduan Al 2014 Hasil Proses Aging dengan Variasi Temperatur dan Waktu Tahan. *Jurnal Jurusan Teknik Metalurgi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa*.
- Sidik, J., Sholihin, M., and Arthur, R., 2019. Pengaruh variasi temperatur perlakuan panas. *TRAKSI: Majalah Ilmiah Teknik Mesin* 19, 1–8.
- Sukomal Ghosh, 1999. Rapid heat treatment of cast iron. *Metal Science and Heat Treatment* 1–15. <https://doi.org/10.1007/BF00647920>
- Surdia, T, and Saito, S., 1999. Pengetahuan Bahan Teknik, book. <https://doi.org/PT>. Pradnya Paramita. Jakarta
- Surdia, Tata, and Saito, S., 1999. Pengetahuan Bahan Teknik.
- Totten, G.E., and Mackenzie, D.S., 2003. Handbook of Aluminum. *Marcel dekker, Inc*, NEW YORK.BASEL.
- William D. Callister and Rethwisch, 2007. Materials science, Physics Education. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/5/2/304>
- Wirjosumarto, H., and Okumura, T., 2000. L4H \$ fiLT. *Teknologi Pengelasan Logam* 8.
- Zainun Achmad, H.H.P., 2015. Kaji eksperimen umur lelah poros pada al 6061-abu batubara yang mendapat perlakuan panas 80–85.