



Tugas Akhir

ANALISA PENGARUH VARIASI *DOUBLE QUENCHING* DAN WAKTU PENDINGINAN PADA HASIL PENGECORAN AI 6061 TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO

TUGAS AKHIR

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



Disusun Oleh:

SAMSUL NURDIN

421304337

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

2017



Tugas Akhir

ANALISA PENGARUH VARIASI *DOUBLE QUENCHING* DAN WAKTU PENDINGINAN PADA HASIL PENGECORAN AI 6061 TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO

TUGAS AKHIR

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

Disusun Oleh:

SAMSUL NURDIN

421304337

Telah disetujui oleh:

Dosen pembimbing

Tanda Tangan

Tanggal

(Ir. Djoko Sasono, MM)

Dekan
Fakultas Teknik

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

Mengetahui

Ketua Program Studi
Teknik Mesin

(Ir. Ichlas Wahid, MT)

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

2017



KATA MUTIARA

- *Bukan kecerdasan anda, melainkan sikap anda yang akan mengangkat anda dalam kehidupan. (kata Bijak Nabi Muhammad SAW)*
- *Orang besar menempuh jalan kearah tujuan melalui rintangan dan kesukaran yang hebat. (kata Bijak Nabi Muhammad SAW)*
- *Hidup bukanlah tentang ‘Aku Bisa Saja’, namun tentang ‘Aku Mencoba’. Jangan pikirkan tentang kegagalan, itu adalah pelajaran. (Bung Karno)*
- *Apabila di dalam diri seseorang masih ada rasa malu dan takut untuk berbuat suatu kebaikan, maka jaminan bagi orang tersebut adalah tidak akan bertemu ia dengan kemajuan selangkah pun. (Bung Karno)*
- *Kebanyakan orang gagal adalah orang yang tidak menyadari betapa dekatnya mereka ke titik sukses saat mereka memutuskan untuk menyerah.*
- *Jangan berhenti mengejar impianmu, meskipun itu sulit. Selama direncanakan dengan dengan baik, percaya impianmu akan menjadi kenyataan.*



Tugas Akhir

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini dengan judul:

“ANALISA PENGARUH VARIASI *DOUBLE QUENCHING* DAN WAKTU PENDINGINAN PADA HASIL PENGECORAN AI 6061 TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO”

Yang digunakan untuk melengkapi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. Sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari Tugas Akhir yang sudah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik universitas 17 Agustus 1945 Surabaya maupun di universitas atau instansi manapun, kecuali dari sumber yang informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Surabaya, - juli - 2017



Samsul Nurdin



Tugas Akhir

ABSTRAK

Proses perlakuan panas merupakan tahap akhir dari proses manufaktur sebelum dipergunakan sesuai dengan kebutuhannya. Tujuan dari proses perlakuan panas yaitu untuk meningkatkan sifat mekanik suatu material. Akan tetapi hambatan yang sering terjadi pada proses perlakuan panas yaitu timbulnya distorsi, perubahan bentuk dan ukuran (dimensi). Hal ini sering terjadi pada tahap setelah proses pendinginan cepat (quenching), karena material mengalami laju pendinginan yang berbeda pada bagian yang memiliki ketebalan yang berbeda. Sehingga menimbulkan tegangan tarik pada bagian permukaan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi double quenching dan waktu pendinginan pada hasil pengecoran Al 6061 terhadap kekerasan dan struktur mikro.

Proses pembuatan spesimen dilakukan dengan peleburan Al 6061 pada temperatur 700°C, kemudian di tuangkan kedalam cetakan logam. Setalah logam pengecoran mengeras bongkar cetakan logam dan celupkan benda hasil pengecoran ke dalam wadah yang di isi media pendingin dan biarkan selama beberapa detik kemudian pindahkan ke wadah berikutnya yang sudah di isi media pendingin yang berbeda. Dan dilanjutkan dengan proses pemotongan untuk pembuatan specimen. Media pendingin yang digunakan adalah media pendingin Air, Oil SAE40 dan Solar dengan waktu pendinginan 5, 10, dan 15 detik.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin lama waktu quenching semakin besar jumlah butir dan semakin kecil diameter rata-rata butir, sebaliknya waktu quenching dengan waktu yang singkat jumlah butir semakin kecil tetapi diameter rata-rata butir semakin besar. Nilai kekerasan paling rendah yaitu pada media I Air 15 detik → Oil SAE40 yaitu 45,7 HRB dan kekerasan paling tinggi terdapat pada media II Oil SAE40 10 detik → Air sebesar 49,4 HRB dengan waktu pendinginan paling baik adalah 10 detik.

Kata Kunci: Pengecoran Tuang Al 6061, Media dan Waktu Quenching, Kekerasan, Struktur mikro.



ABSTRACT

The heat treatment process is the final stage of the manufacturing process before being used in accordance with its needs. The purpose of the heat treatment process is to improve the mechanical properties of a material. However, the frequent barriers to heat treatment include distortion, shape change and size (dimension). This is often the case after the quenching process, since the material experiences different cooling rates in different thickness sections. So as to cause tension at the surface. The purpose of this research is to know the influence of double quenching variation and cooling time at foundry Al 6061 to hardness and micro structure.

The process of making the specimen is done by smelting Al 6061 at 700°C temperature, then pour into metal mold. After the casting metal hardenes the metal mold and dips the casted material into a container in the cooling media contents and leave it for a few seconds then move to the next container that is already in the contents of different cooling media. And continued with the cutting process for specimen manufacture. Cooling medium used is Water cooling medium, Oil SAE40 and Solar with cooling time 5, 10, and 15 second.

The test results indicate that the longer the quenching time the greater the number of grains and the smaller the average diameter of the grains, whereas the quenching time with a short time the number of grains is smaller but the average diameter of the grains increases. The lowest hardness value is on the media I Air 15 seconds → Oil SAE40 which is 45.7 HRB and the highest hardness is on the II Oil SAE40 media 10 seconds → Water of 49.4 HRB with the best cooling time is 10 seconds.

Keywords: Casting Al6061 Cast, Media and Quenching Time, Hardness, Micro Structure.



Tugas Akhir

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah, penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat serta hidayahnya yang telah dilimpahkan sehingga penulis berhasil menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik sebagai salah satu syarat yang harus di penuhi mahasiswa Fakultas Teknik untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Strata Satu (S-1) di universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. Dengan arahan dan usaha dosen pembimbing maka penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini tepat pada waktunya.

Dibalik keberhasilan penulis dalam menyusun skripsi ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak. Penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bimbingan, pengarahan serta motivasi dari berbagai pihak sehingga segala kendala dan kesulitan yang ada dapat teratasi. Untuk itu pada kesempatan yang berbahagia ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesarnya kepada:

1. Syukur Alhamdulillah kepada Tuhan Yang Maha Esa Allah SWT, Nabi Besar Muhammad SAW.
2. Ir. Djoko Sasono, MM., selaku dosen pembimbing saya dengan segala kesabaran dan usaha memberikan bimbingan kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat selesai.
3. Ir. Ichlas Wahid, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah memberikan ijin untuk penulisan tugas akhir ini.



Tugas Akhir

4. Dr. Ir. Muaffaq Ajani, M.Eng, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Harjo Saputro ST, MT., selaku pembimbing lapangan dengan sabar dan ikhlas meluangkan banyak waktu guna memberikan bimbingan, petunjuk, koreksi dan dorongan semangat yang tak ternilai harganya.
6. Maula Nafi, ST, MT., selaku dosen konsultasi dengan bimbingan dan arahan beliau maka tugas akhir ini dapat selesai.
7. Kedua orang tua tercinta yang telah melahirkan, membesarkan, mendidik dan selalu berdoa dari jauh untuk keberhasilan penulisan serta memberi dorongan, semangat, bantuan baik material maupun spiritual kepada saya.
8. Istri dan anak tercinta yang telah memberikan motivasi, semangat dan doa untuk keberhasilan penulis.
9. Saudara-saudari saya yang selalu memberikan nasehat, pengalaman dan doa kepada penulis.
10. Sahabat seperjuang tugas akhir, Guntur, Fifin, Dimas, Iwan, dan Andrian, yang telah banyak membantu menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Seluruh teman-teman FTM13 Untag surabaya yang telah banyak memberi suport, semangat, bantuan, saran selama menyelesaikan tugas akhir. Tetap kompak dan solid buat teman-teman FTM13.

Masih banyak pihak-pihak lainnya yang juga berperan dalam penyelesaian tugas akhir ini yang belum bisa sebutkan satu persatu.



Tugas Akhir

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.

Surabaya, juli - 2017

Penulis



Tugas Akhir

DAFTAR ISI

Halaman judul	i
Lembaran Pengesahan	ii
Halaman Kata mutiara	iii
Halaman Pernyataan Keaslian Tugas Akhir	iv
Abstrak	v
Kata pengantar	vi
Daftar Isi	x
Daftar Gambar	xiii
Daftar Tabel	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	1
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Sistematika Penulis	2
BAB II DASAR TEORI	4
2.1. Aluminium	4
2.2. Aluminium Seri 6061	5
2.3. Proses Pengecoran	9
2.4. Sifat-sifat Teknik Bahan	11
2.4.1. Sifat Fisik Aluminium	11



Tugas Akhir

2.5. Standar dan Kodefikasi Aluminium	12
2.6. Sifat Mekanik Aluminium	13
2.6.1. Kekerasan	14
2.6.1.1. Uji kekerasan Brinell	14
2.6.1.2. Uji kekerasan Vickers	15
2.6.1.3. Uji kekerasan Rockwell	17
2.7. Struktur Mikro	19
2.7.1. Analisa Struktur Mikro/Uji Metalografi	20
2.7.2. Metode Perhitungan Besar Butir	22
2.7.3. Alat Mikroskop	26
2.8. Analisa Struktur Butir	26
2.8.1. Perubahan Struktur Butir	27
2.9. Hardenability	28
2.10. Pendinginan cepat (quenching)	29
2.11. Media Quenching	31
2.12. Metode Quenching	33
2.13. Media pendingin	35
BAB III METODELOGI PENELITIAN	37
3.1. Metodelogi Penelitian	37
3.2. Diagram Alir Penelitian	38
3.3. Penjelasan Diagram Alir Penelitian	39
3.3.1. Start	39
3.3.2. Studi Literatur	39



Tugas Akhir

3.3.3. Studi Lapangan	39
3.3.4. Persiapan Alat dan Bahan	40
3.3.5. Perhitungan bahan	41
3.3.6. Proses Pengecoran	42
3.3.7. Pembuatan Specimen	45
3.3.8. Prosedur pengujian kekerasan	45
3.3.9. Preparasi sampel pengujian Struktur Mikro	46
3.3.10. Pengujian Metalografi	47
3.3.11. Analisa Data	48
3.3.12. Kesimpulan	48
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	49
4.1. Data Hasil Pengujian	49
4.1.1. Hasil Uji Kekerasan	49
4.2. Grafik hasil Uji Kekerasan	49
4.3. Hasil Uji Metalografi	51
4.3.1. Data pengujian metalografi raw material	51
4.3.2. Data pengujian metalografi Spesimen A1	52
4.3.3. Data pengujian metalografi Spesimen A2	53
4.3.4. Data pengujian metalografi Spesimen A3	54
4.3.5. Data pengujian metalografi Spesimen B1	55
4.3.6. Data pengujian metalografi Spesimen B2	56
4.3.7. Data pengujian metalografi Spesimen B3	57
4.3.8. Data pengujian metalografi Spesimen C1	58



Tugas Akhir

4.3.9. Data pengujian metalografi Spesimen C2	59
4.3.10. Data pengujian metalografi Spesimen C3	60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	63
5.1. Kesimpulan	63
5.2. Saran	64

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Diagram Fasa Paduan Aluminium seri 6061	7
Gambar 2.2. Struktur Mikro Al6061	9
Gambar 2.3. Bentuk Indentor Brinell	15
Gambar 2.4. Tipe- tipe Lekukan Piramad Intan	17
Gambar 2.5. Bentuk Indentor Rockwell	19
Gambar 2.6. Spesimen, Ukuran dan Bentuk Obyek Pembesaran	20
Gambar 2.7. Pengaruh Etsa terhadap Permukaan Spesimen	22
Gambar 2.8. Alat Mikroskop merk Axiolab	26
Gambar 3.1. Aluminium 6061	40
Gambar 3.2. Proses Peleburan Aluminium	44
Gambar 3.3. Temperatur Peleburan Aluminium	44
Gambar 3.4. Alat Uji Kekerasan Rockwell	46
Gambar 3.5. Alat Uji Microscop Micro	48
Gambar 4.1. Grafik Uji kekerasan dan Waktu Quenching	49
Gambar 4.2. Data Pengujian Metalografi Raw Material	51
Gambar 4.3. Data Pengujian Metalografi Spesimen A1	52
Gambar 4.4. Data Pengujian Metalografi Specimen A2	53
Gambar 4.5. Data Pengujian Metalografi Specimen A3	54
Gambar 4.6. Data Pengujian Metalografi Specimen B1	55
Gambar 4.7. Data Pengujian Metalografi Specimen B2	56
Gambar 4.8. Data Pengujian Metalografi Specimen B3	57



Tugas Akhir

Gambar 4.9. Data Pengujian Metalografi Specimen C1	58
Gambar 4.10. Data Pengujian Metalografi Specimen C2	59
Gambar 4.11. Data Pengujian Metalografi Specimen C3	60
Gambar 4.12. Grafik Perubahan butir setiap media quenching dan waktu pendinginan	62



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Karakteristik Aluminium	5
Tabel 2.2. Pengkodean Aluminium	6
Tabel 2.3. Komposisi Aluminium Seri 6061	6
Tabel 2.4. Unsur Paduan Aluminium	7
Tabel 2.5. Larutan Etsa Al6061	8
Tabel 2.6. Sifat Fisik Aluminium	11
Tabel 2.7. Rockwell Hardened Scale	19
Tabel 2.8. Pengali Jefferies	23
Tabel 2.9. Pengukuran besar butir ASTM E112	24
Tabel 2.10. Faktor H untuk berbagai media pendingin	30
Tabel 4.1. Hasil Kekerasan Rata-rata	49
Tabel 4.2. Perbandingan Jumlah Butir dan Diameter Butir	61