



**STUDI KEKERASAN CAMPURAN ALUMINIUM 6061
DENGAN PENAMBAHAN KUNINGAN 15% PADA PROSES
PENGECORAN LOGAM APLIKASI PROPELER
DENGAN VARIASI PENDINGINAN**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang Program
Diploma Tiga

Disusun Oleh:

Nama : Yudhistira Putra Prasetya
NIM : 22020011

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK MESIN
POLITEKNIK HARAPAN BERSAMA
2025**

**HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**STUDI KEKERASAN CAMPURAN ALUMINIUM 6061 DENGAN
PENAMBAHAN KUNINGAN 15% PADA PROSES PENGECORAN
LOGAM APLIKASI PROPELER DENGAN VARIASI PENDINGINAN**

Sebagai salah satu syarat untuk mengikuti Seminar Laporan Tugas Akhir

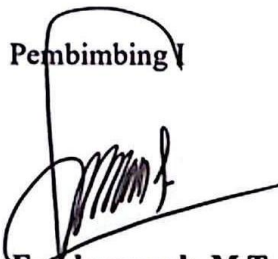
Oleh:

Nama : Yudhistira Putra Prasetya
NIM : 22020011

Telah diperiksa dan dikoreksi dengan baik oleh karena itu pembimbing
menyetujui mahasiswa tersebut untuk mengikuti ujian

Tegal, 29 Juli 2025

Pembimbing I

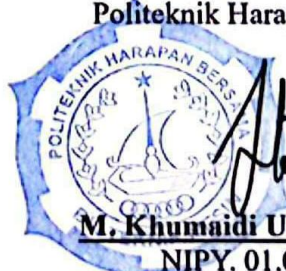

Faqih Fatkhurrozak, M.T
NIDN. 0616079002

Pembimbing II


Andre Budhi Hendrawan, M.T
NIDN. 0607128303

Mengetahui

Ketua Program Studi DIII Teknik Mesin,
Politeknik Harapan Bersama



M. Khumaidi Usman, M.Eng
NIPY. 01.015.263

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Judul : STUDI KEKERASAN CAMPURAN ALUMINIUM
6061 DENGAN PENAMBAHAN KUNINGAN 15%
PADA PROSES PENGECORAN LOGAM APLIKASI
PROPELER DENGAN VARIASI PENDINGINAN

Nama : Yudhistira Putra Prasetya

NIM : 22020011

Program Studi : DIII Teknik Mesin

Jenjang : Diploma Tiga (DIII)

Dinyatakan **LULUS** setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Sidang Tugas
Akhir Program Studi DIII Teknik Mesin Politeknik Harapan Bersama Tegal.

Tegal, 30 Juli 2025

1. **Ketua Penguji**
Syarifudin, M.T
NIDN. 0627068803

Tanda Tangan



2. **Penguji I**
Nur Aidi Ariyanto, M.T
NIDN. 0623127906

Tanda Tangan



3. **Penguji II**
Faqih Fatkhurrozak, M.T
NIDN. 0616079002

Tanda Tangan



Mengetahui,

Ketua Program Studi DIII Teknik Mesin,


Politeknik Harapan Bersama
M. Khumaidi Usman, M.Eng
NIPY. 01.015.263

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yudhistira Putra Prasetya

NIM : 22020011

Judul Tugas Akhir : STUDI KEKERASAN CAMPURAN ALUMINIUM 6061 DENGAN PENAMBAHAN KUNINGAN 15% PADA PROSES PENGECORAN LOGAM APLIKASI PROPELER DENGAN VARIASI PENDINGINAN

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini merupakan karya ilmiah hasil pemikiran sendiri secara orisinal dan saya susun secara mandiri dengan tidak melanggar kode etik hak karya cipta. Laporan Tugas Akhir ini juga bukan merupakan karya yang pernah di ajukan untuk memperoleh gelar akademik tertentu suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis di acu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari ternyata Laporan Tugas Akhir ini terbukti melanggar kode etik karya cipta atau merupakan karya yang dikategorikan mengandung unsur plagiarisme, maka saya bersedia untuk melakukan penelitian baru dan menyusun laporan sebagai Laporan Tugas Akhir sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan sesungguhnya.

Tegal, 30 Juli 2025

Yang Membuat Pernyataan,

10000
METERAI
PEMEL
21AMX398535314

Yudhistira Putra Prasetya
NIM. 22020011

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA TULIS
ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Politeknik Harapan Bersama, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Yudhistira Putra Prasetya
NIM	: 22020011
Jurusan/Program Studi	: Diploma III Teknik Mesin
Jenis Karya	: Karya Tulis Ilmiah

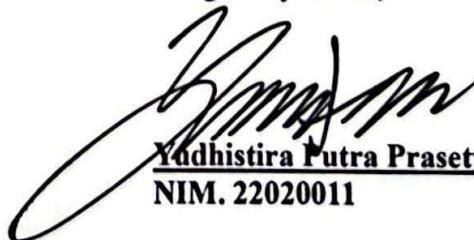
Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Harapan Bersama Tegal **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“STUDI KEKERASAN CAMPURAN ALUMINIUM 6061 DENGAN PENAMBAHAN KUNINGAN 15% PADA PROSES PENGECORAN LOGAM APLIKASI PROPELER DENGAN VARIASI PENDINGINAN”

Beserta perangkat yang ada jika diperlukan. Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Politeknik Harapan Bersama Tegal berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis, pencipta dan pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat : Tegal
Pada tanggal : 30 Juli 2025
Yang menyatakan,


Yudhistira Putra Prasetya
NIM. 22020011

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO:

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan”

-QS. Al-Insyirah : 5-

PERSEMBAHAN:

Laporan Tugas Akhir ini saya persembahkan dengan penuh rasa syukur dan hormat kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, atas doa, dukungan, dan kasih sayang yang tak terhingga.
2. Dosen pembimbing, yang telah membimbing dengan sabar dan penuh dedikasi.
3. Teman-teman seperjuangan di Teknik Mesin, atas semangat dan kerja samanya selama masa studi.
4. Almamater Politeknik Harapan Bersama, tempat saya tumbuh dan belajar menjadi insan yang lebih baik.

ABSTRAK

STUDI KEKERASAN CAMPURAN ALUMINIUM 6061 DENGAN PENAMBAHAN KUNINGAN 15% PADA PROSES PENGECORAN LOGAM APLIKASI PROPELER DENGAN VARIASI PENDINGINAN

Disusun oleh:

YUDHISTIRA PUTRA PRASETYA

NIM: 22020011

Kekerasan merupakan salah satu sifat mekanik penting yang memengaruhi ketahanan material terhadap deformasi plastis dan keausan, terutama dalam aplikasi teknik seperti baling-baling kapal (*propeller*). Salah satu cara yang efektif untuk meningkatkan kekerasan logam hasil pengecoran adalah dengan menerapkan perlakuan panas berupa *quenching*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi media pendingin terhadap nilai kekerasan aluminium 6061 yang dicampur dengan kuningan sebesar 15%. Proses pengecoran dilakukan menggunakan cetakan pasir dan pemanasan dalam *furnace* elektrik, kemudian spesimen didinginkan menggunakan tiga jenis media, yaitu udara, air dan oli SAE 40. Pengujian kekerasan menggunakan metode *Brinell* dengan beban 613 N, bola *indenter* berdiameter 2,5 mm dan waktu tekan 15 detik. Hasil menunjukkan bahwa media pendingin air menghasilkan kekerasan tertinggi sebesar 113,44 HB, diikuti oleh udara sebesar 104 HB, dan oli sebesar 96,50 HB. Dengan demikian, pendinginan air dan penambahan kuningan 15% terbukti paling efektif meningkatkan kekerasan logam hasil pengecoran. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi awal untuk pengembangan material teknik yang membutuhkan ketahanan aus tinggi, seperti *propeller*.

Kata kunci: aluminium 6061, kuningan 15%, *quenching*, uji kekerasan *brinell*, *propeller*

ABSTRACT

STUDY OF THE HARDNESS OF 6061 ALUMINUM ALLOY WITH 15% BRASS ADDITION IN THE METAL CASTING PROCESS FOR PROPELLER APPLICATIONS WITH VARIATIONS IN COOLING

Organized by:

YUDHISTIRA PUTRA PRASETYA

NIM: 22020011

Hardness is one of the important mechanical properties that affects a material's resistance to plastic deformation and wear; especially in engineering applications such as ship propellers. One effective way to increase the hardness of cast metal is by applying heat treatment in the form of quenching. This study aims to investigate the effect of variations in cooling media on the hardness values of aluminum 6061 alloyed with 15% brass. The casting process was carried out using sand molds and heating in an electric furnace, followed by cooling the specimens using three types of media: air, water and SAE 40 oil. Hardness testing was conducted using the Brinell method with a load of 613 N, a 2.5 mm diameter indenter ball and a pressing time of 15 seconds. The results showed that water cooling produced the highest hardness of 113,44 HB, followed by air at 104 HB, and oil at 96.50 HB. Thus, water cooling and the addition of 15% copper proved to be the most effective in enhancing the hardness of the cast metal. The findings of this study can serve as an initial reference for the development of engineering materials requiring high wear resistance, such as propellers.

Keywords: *aluminum 6061, brass 15%, quenching, brinell hardness test, propeller*

KATA PENGANTAR

Puji Syukur ke hadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga saya dapat melewati masa studi dan menyelesaikan Tugas Akhir yang merupakan tahap akhir dari proses untuk memperoleh gelar Ahli Madya Teknik Mesin di Program Studi DIII Teknik Mesin Politeknik Harapan Bersama Tegal.

Keberhasilan saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan orang-orang yang dengan segenap hati memberikan bantuan, bimbingan dan dukungan, baik moral maupun material. Dalam kesempatan ini saya mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. apt. Heru Nurcahyo, S.Farm., M.Sc. selaku Direktur Politeknik Harapan Bersama.
2. Bapak M. Khumaidi Usman, M.Eng. selaku Ketua Program Studi DIII Teknik Mesin Politeknik Harapan Bersama.
3. Bapak Faqih Fatkhurrozak, M.T. selaku Dosen Pembimbing I.
4. Bapak Andre Budhi Hendrawan, M.T. selaku Dosen Pembimbing II.
5. Bapak, ibu, keluarga dan teman-teman yang telah memberikan dorongan, doa dan semangat.

Saya menyadari bahwa dalam menulis Tugas Akhir ini terdapat kekurangan dan keterbatasan, oleh karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk kesempurnaan dan kemajuan saya dimasa yang akan datang sangat diharapkan. Akhir kata saya berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca.

Tegal, 30 Juli 2025



Yudhistira Putra Prasetya
NIM. 22020011

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA TULIS ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
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
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Baling-Baling (<i>Propeller</i>)	6
2.2 Karakteristik Baling-Baling	7
2.3 Jenis-Jenis Baling-Baling (<i>Propeller</i>)	7
2.3.1 <i>Fixed Pitch Propeller</i>	8
2.3.2 <i>Controllable Pitch Propeller</i>	8
2.3.3 <i>Adjustable Bolted Propeller</i>	9
2.3.4 <i>Waterjets</i>	9
2.4 Aluminium	10

2.4.1	Aluminium murni.....	11
2.4.2	Aluminium <i>Copper Alloy</i> (seri 2xxx)	11
2.4.3	Aluminium <i>Manganese Alloy</i> (seri 3xxx).....	12
2.4.4	Aluminium Silikon <i>Alloy</i> (seri 4xxx).....	12
2.4.5	Aluminium Magnesium <i>Alloy</i> (seri 5xxx).....	13
2.4.6	Aluminium Magnesium Silikon <i>Alloy</i> (seri 6xxx).....	13
2.4.7	Aluminium Zink <i>Alloy</i> (seri 7xxx).....	14
2.4.8	Aluminium Litium <i>Alloy</i> (seri 8xxx).....	14
2.5	Kuningan.....	15
2.6	Tungku (<i>Furnace</i>)	16
2.6.1	Tungku Listrik.....	16
2.6.2	Tungku Kupola.....	17
2.6.3	Tungku Besalen.....	18
2.7	Perlakuan Panas (<i>Heat Treatment</i>).....	19
2.7.1	<i>Annealing</i>	19
2.7.2	<i>Tempering</i>	20
2.7.3	<i>Quenching</i>	21
2.8	Pengertian Uji Kekerasan.....	23
2.8.1	Pengujian kekerasan <i>Brinell</i>	24
2.8.2	Pengujian Kekerasan <i>Rockwell</i>	26
2.8.3	Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i>	27
BAB III METODE PENELITIAN.....		28
3.1	Diagram Alur Penelitian.....	28
3.2	Metode Pengumpulan Data	29
3.3	Prosedur Pengumpulan Data	29
3.4	Alat dan Bahan.....	30
3.4.1	Alat.....	30
3.4.2	Bahan.....	40
3.4.3	Proses Pembuatan Spesimen.....	43
3.4.4	Proses Pengujian	56
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		59

4.1	Hasil Pengujian Kekerasan <i>Brinell</i>	59
4.1.1	Hasil Pengujian Kekerasan Pendinginan Udara.....	59
4.1.2	Hasil Pengujian Kekerasan Pendinginan Air	61
4.1.3	Hasil Pengujian Kekerasan Pendinginan Oli	63
4.2	Pembahasan.....	65
BAB V PENUTUP.....		68
5.1	Kesimpulan	68
5.2	Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA		70
LAMPIRAN		73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Propeller</i>	6
Gambar 2.2 karakteristik Baling-Baling	7
Gambar 2.3 <i>Fixed Pitch Propeller</i>	8
Gambar 2.4 <i>Controllable Pitch Propeller</i>	8
Gambar 2.5 <i>Adjustable Bolted Propeller</i>	9
Gambar 2.6 <i>Waterjets</i>	9
Gambar 2.7 Aluminium.....	10
Gambar 2.8 Kuningan	15
Gambar 2.9 Tungku Peleburan.....	16
Gambar 2.10 <i>Electric Furnace</i>	16
Gambar 2.11 <i>Cupola Furnace</i>	17
Gambar 2.12 Tungku Besalen.....	18
Gambar 2.13 <i>Annealing</i>	19
Gambar 2.14 <i>Tempering</i>	20
Gambar 2.15 <i>Quenching</i>	21
Gambar 2.16 Uji Kekerasan <i>Brinell</i>	25
Gambar 2.17 Uji Kekerasan <i>Rockwell</i>	26
Gambar 2.18 Uji Kekerasan <i>Vickers</i>	27
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....	28
Gambar 3.2 <i>Furnace</i>	30
Gambar 3.3 <i>Graphite Crucible</i>	31
Gambar 3.4 <i>Power Plug</i>	32
Gambar 3.5 Tang Tungku Peleburan.....	32
Gambar 3.6 Tang Kombinasi	33
Gambar 3.7 Timbangan Digital.....	33
Gambar 3.8 <i>Ladle</i>	34
Gambar 3.9 Gerinda Potong.....	34
Gambar 3.10 Gelas Ukur.....	35
Gambar 3.11 Sarung Tangan.....	35

Gambar 3.12 Pola Cetakan kayu.....	36
Gambar 3.13 Saringan Pasir.....	36
Gambar 3.14 <i>Thermogun</i>	37
Gambar 3.15 <i>Stopwatch</i>	37
Gambar 3.16 Jangka Sorong	38
Gambar 3.17 Kikir	38
Gambar 3.18 Gergaji Besi.....	39
Gambar 3.19 Amplas.....	39
Gambar 3.20 Mesin Uji Kekerasan <i>Brinell</i>	40
Gambar 3.21 Aluminium.....	40
Gambar 3.22 Kuningan	41
Gambar 3.23 Pasir Ladon.....	41
Gambar 3.24 Air.....	42
Gambar 3.25 Oli.....	42
Gambar 3.26 Pemotongan Bahan.....	43
Gambar 3.27 Penimbangan Aluminium	43
Gambar 3.28 Penimbangan Kuningan	44
Gambar 3.29 Penimbangan Aluminium dan Kuningan	44
Gambar 3.30 Penyaringan Pasir.....	45
Gambar 3.31 Penimbangan Pasir	45
Gambar 3.32 Pengukuran Air.....	46
Gambar 3.33 Pencampuran Pasir dan Air	46
Gambar 3.34 Pembuatan Cetakan	46
Gambar 3.35 Pemasangan <i>Power Plug</i>	47
Gambar 3.36 Atur Suhu <i>Furnace</i>	47
Gambar 3.37 Peleburan Kuningan	47
Gambar 3.38 Peleburan Aluminium.....	48
Gambar 3.39 Pengadukan Aluminium dan Kuningan	48
Gambar 3.40 Pembuangan Terak	48
Gambar 3.41 Penuangan Hasil Peleburan.....	49
Gambar 3.42 Melepas Spesimen Dari Cetakan.....	49

Gambar 3.43 Penakaran Air	49
Gambar 3.44 Penakaran Oli	50
Gambar 3.45 Pendingin Udara	50
Gambar 3.46 Suhu Udara Sekitar.....	51
Gambar 3.47 Waktu Pendinginan Udara.....	52
Gambar 3.48 Pendingin Air.....	52
Gambar 3.49 Pendingin Oli.....	53
Gambar 3.50 Pemantauan Suhu	53
Gambar 3.51 Penimbangan Spesimen Udara.....	54
Gambar 3.52 Penimbangan Spesimen Air	54
Gambar 3.53 Penimbangan Spesimen Oli	54
Gambar 3.54 Kikir Spesimen.....	55
Gambar 3.55 Pemotongan Spesimen	55
Gambar 3.56 Pengamplasan Spesimen	56
Gambar 3.57 Pengukuran Spesimen	56
Gambar 3.58 Proses Pengujian <i>Brinell</i>	57
Gambar 3.59 Tabel Kekerasan <i>Brinell</i>	58
Gambar 4.1 Hasil Pengujian Kekerasan Aluminium Seri 6061 Udara	59
Gambar 4.2 Hasil Pengujian Kekerasan Aluminium Paduan kuningan Udara	60
Gambar 4.3 Hasil Pengujian Kekerasan Aluminium Seri 6061 Air.....	61
Gambar 4.4 Hasil Pengujian Kekerasan Aluminium Paduan Kuningan Air.....	62
Gambar 4.5 Hasil Pengujian Kekerasan Aluminium Seri 6061 Oli.....	63
Gambar 4.6 Hasil Pengujian Kekerasan Aluminium Paduan Kuningan Oli.....	64
Gambar 4.7 Grafik Hasil Kekerasan Spesimen.....	66

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Mesin <i>Furnace</i>	30
Tabel 4.1 Hasil Kekerasan Spesimen Pendingin Udara	60
Tabel 4.2 Hasil Kekerasan Spesimen Pendingin Air	62
Tabel 4.3 Hasil Kekerasan Spesimen Pendingin Oli	64