

DESAIN DAN PEMBUATAN PROPELLER  
PERAHU NELAYAN DENGAN METODE *SAND*  
*CASTING*



SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan  
pendidikan diploma 4 (D-4) Program Studi Teknik Manufaktur  
Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

FATUR RAHMAN AL GHOZI  
MUH SYAHRIL BJ

(44320050)  
(44320055)

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK MANUFAKTUR  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG  
MAKASSAR

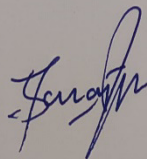
202

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini dengan judul “**Desain dan Pembuatan Propeller Perahu Nelayan dengan Metode Sand Casting**” oleh Fatur Rahman Al Ghozi NIM 443 20 050 dan Muh Syahril BJ NIM 443 20 055 dinyatakan telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Diploma Empat pada Program Studi Teknik Manufaktur Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

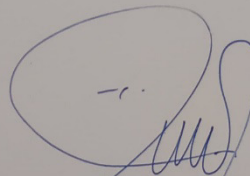
Makassar, 31 Agustus 2024

Pembimbing I



Dr. Ir. Syaharuddin Rasyid, M.T.  
NIP: 19680105 199403 1 001

Pembimbing II



Uswatul Hasanah Mihdar, S.ST., M.T.  
NIP: 19960801 202203 2 023

Mengetahui,

Koordinator Program Studi D4 Teknik Manufaktur



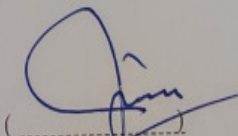
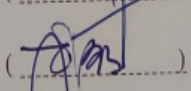
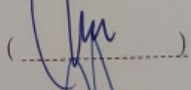
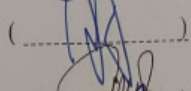
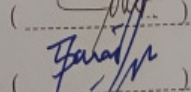
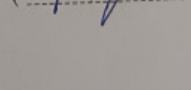
Dr. Eng. Baso Nasrullah, S.ST., M.T.  
NIP: 19771015 200604 1 001

## HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, Jumat tanggal 30 Agustus 2024, tim penguji ujian sidang skripsi telah menerima skripsi oleh mahasiswa: Fatur Rahman Al Ghozi NIM 443 20 050 dan Muh Syahril BJ NIM 443 20 055 dengan judul **“Desain dan Pembuatan Propeller Perahu Nelayan dengan Metode *Sand Casting*”**

Makassar, Agustus 2024

Tim Seminar Tugas Akhir:

- |   |             |   |
|---|-------------|---|
| 1. Ir. Muas M., M.T.                    | Ketua       | (  ) |
| 2. Abram Tangkemanda, S.T., M.T.        | Sekretaris  | (  ) |
| 3. Dr. Eng. Baso Nasrullah, S.ST., M.T. | Anggota I   | (  ) |
| 4. Dr. Eng. Arman, S.T., M.T.           | Anggota II  | (  ) |
| 5. Uswatul Hasanah Mihdar, S.ST., M.T.  | Anggota III | (  ) |
| 6. Dr. Ir. Syaharuddin Rasyid, M.T.     | Pengarah    | (  ) |

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah swt, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulisan tugas akhir yang berjudul **“Desain dan Pembuatan Propeller Perahu Nelayan dengan Metode *Sand Casting*”** dapat diselesaikan dengan baik.

Dalam penulisan tugas akhir ini tidak sedikit hambatan yang penulis alami. Namun, keberhasilan dan kesuksesan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, untuk itu kami mengucapkan terima kasih yang setulusnya kepada :

1. Bapak Ir. Ilyas Mansyur, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang
2. Bapak Dr. Ir. Syaharuddin Rasyid, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Bapak Dr. Eng. Baso Nasrullah, S.ST., M.T. selaku Ketua Program Studi D4 Teknik Manufaktur.
4. Bapak Dr. Ir. Syaharuddin Rasyid, M.T. selaku pembimbing I yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Ibu Uswatul Hasanah Mihdar, S.ST., M.T. selaku pembimbing II yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Segenap Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah memberikan torehan ilmunya kepada penulis.
7. Kedua orang tua yang telah banyak memberikan bantuan moril maupun material.



8. Teman-teman atas dukungan moril dan doanya dalam pembuatan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritikan dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini dan demi perbaikan pada masa mendatang. Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi pembacanya.

Makassar, Agustus 2024

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
HALAMAN PENERIMAAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
KATA PENGANTAR .....	ii
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
SURAT PERNYATAAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
SURAT PERNYATAAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
RINGKASAN .....	xvii
SUMMARY .....	xviii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Ruang Lingkup Penelitian .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Definisi Perahu Nelayan .....	5
2.2 Definisi Propeller .....	6
2.3 Paduan Aluminium .....	7
2.4 Definisi Pengecoran .....	8
2.5 Definisi Cetakan .....	8

2.5.1 Cetakan Pasir (Sand Casting).....	9
2.5.2 Jenis-Jenis Cetakan Pasir .....	9
2.5.3 Terminologi Pengecoran Cetakan Pasir .....	10
2.6 Pasir Cetak .....	11
2.6.1 Karakteristik Pasir Cetak .....	12
2.7 Cacat Pengecoran .....	13
2.8 Simulasi Pengecoran .....	15
2.8.1 <i>Software</i> Altair Inspire Cast .....	17
2.9 Pengujian Hasil Pengecoran .....	17
2.9.1 Pengujian Kekerasan .....	18
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>20</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	20
3.2 Alat dan Bahan .....	20
3.3 Prosedur Penelitian .....	22
3.3.1 Membuat Rancangan Desain .....	22
3.3.2 Proses Simulasi <i>Software</i> Pengecoran .....	23
3.3.3 Pembuatan Cetakan .....	32
3.3.4 Peleburan Aluminium .....	37
3.3.5 Proses Finishing Produk .....	39
3.4 Pembuatan Spesimen Pengujian .....	42
3.5 Proses Pengujian .....	44
3.5.1 Uji Kekerasan .....	45
3.6 Teknik Analisis Data .....	50
3.7 Diagram Alir Penelitian .....	52
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>53</b>
4.1 Simulasi Pengecoran .....	53
4.2 Uji Kekerasan .....	60
4.3 Analisis Akhir .....	64
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>71</b>

5.1 Kesimpulan .....	71
5.2 Saran .....	71
DAFTAR PUSTAKA .....	72

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Perahu Nelayan (Suranto, 2018) .....	1
Gambar 2. 2 Propeller (Endramawan dkk., 2019) .....	1
Gambar 2. 3 Butir-Butir Pasir Cetak (Nanda, 2014) .....	1
Gambar 2. 4 <i>Software Altair Inspire Cast</i> .....	1
Gambar 2. 5 Bentuk Indintor <i>Rockwell</i> (a) dari samping (b) dari atas .....	1
Gambar 2. 6 Bentuk Indektor <i>Brinell</i> .....	1
Gambar 2. 7 Bentuk Indektor <i>Vickers</i> .....	1
Gambar 2. 8 Bentuk Indektor <i>Knoop</i> .....	1
Gambar 3. 1 Desain Propeller Pada <i>Inventor</i> .....	23
Gambar 3. 2 <i>Designate Casting Part</i> .....	24
Gambar 3. 3 <i>Designate Filling System</i> .....	24
Gambar 3. 4 <i>Set Gravity Direction</i> .....	24
Gambar 3. 5 <i>Designate Surface as Gate</i> .....	25
Gambar 3. 6 <i>Add/Edit Gate</i> .....	26
Gambar 3. 7 <i>Define Tooling Components</i> .....	26
Gambar 3. 8 <i>Components</i> .....	26
Gambar 3. 9 <i>Core</i> .....	27
Gambar 3. 10 <i>Chiller</i> .....	27
Gambar 3. 11 <i>Riser</i> .....	28
Gambar 3. 12 <i>Sleeve</i> .....	28
Gambar 3. 13 <i>Overflow</i> .....	28

Gambar 3. 14 <i>Mold</i> .....	29
Gambar 3. 15 <i>Cooler</i> .....	29
Gambar 3. 16 <i>Filter</i> .....	29
Gambar 3. 17 <i>Shot Sleeve</i> .....	30
Gambar 3. 18 <i>Crucible</i> .....	30
Gambar 3. 19 Gravitasi, Tekanan Tinggi, atau Tekanan Rendah.....	31
Gambar 3. 20 Analisis.....	31
Gambar 3. 21 Tanah Pengecoran.....	32
Gambar 3. 22 Pemasangan Initi Cetakan.....	33
Gambar 3. 23 Proses Penaburan Bedak.....	33
Gambar 3. 24 Proses pengayakan Tanah.....	34
Gambar 3. 25 Pengisian Tanah.....	34
Gambar 3. 26 Proses Pematatan Tanah.....	34
Gambar 3. 27 Meratakan Tanah dengan Mistar.....	35
Gambar 3. 28 Pemasangan <i>Gate</i> dan <i>Resin</i> .....	35
Gambar 3. 29 Mencabut <i>Gate</i> sebagai Saluran Turunnya Lelehan.....	36
Gambar 3. 30 Melepas Inti Cetakan.....	36
Gambar 3. 31 Merapatkan Kedua Rangka Cetakan.....	37
Gambar 3. 32 Melepaskan Rangka Cetakan.....	37
Gambar 3. 33 Bahan Aluminium Bekas.....	38
Gambar 3. 34 Proses Peleburan Aluminium.....	38
Gambar 3. 35 Penuangan Lelehan Aluminium ke Cetakan.....	39
Gambar 3. 36 Pembongkaran Hasil Pengecoran.....	39

Gambar 3. 37 Pembersihan Propeller setelah Pembongkaran .....	40
Gambar 3. 38 Pelebaran Lubang Propeller dengan Mesin Bor .....	40
Gambar 3. 39 Meratakan Sisi Propeller dengan Gerinda .....	41
Gambar 3. 40 Menghaluskan Permukaan Propeller dengan Mesin Amplas .....	41
Gambar 3. 41 Pembuatan Alur untuk Lubang Spi .....	41
Gambar 3. 42 Mesin <i>Compound Polish</i> .....	42
Gambar 3. 43 Pembagian Spesimen Propeller sebelum Digerinda .....	43
Gambar 3. 44 Pemotongan Spesimen dengan Gerinda .....	43
Gambar 3. 45 Hasil Pemotongan Spesimen .....	43
Gambar 3. 46 Hasil Spesimen setelah Dituangkan Cairan <i>Resin</i> dan <i>Hardener</i> ...	44
Gambar 3. 47 Pengamplasan Spesimen .....	44
Gambar 3. 48 Mesin <i>Afri Hardnes Tester Series 206 MX</i> .....	45
Gambar 3. 49 Skala Beban Uji .....	46
Gambar 3. 50 Penetrator dan Ring Mur .....	46
Gambar 3. 51 Landasan Sampel .....	47
Gambar 3. 52 <i>Switch In</i> .....	47
Gambar 3. 53 Tombol <i>On</i> .....	47
Gambar 3. 54 Tombol <i>Scale</i> .....	48
Gambar 3. 55 Tombol <i>Set Tol</i> .....	48
Gambar 3. 56 Posisi sampel yang Salah .....	49
Gambar 3. 57 (a) <i>Handwheel</i> Berputar Keatas; (b) Permukaan Sampel Bersentuhan Penetrator .....	49
Gambar 3. 58 Hasil Pengujian Kekerasan (64,5) Terbaca pada Layar <i>Display</i> ....	50

Gambar 3. 59 Diagram Alir Penelitian .....	52
Gambar 4. 1 Cacat <i>porosity</i> pada produk .....	55
Gambar 4. 2 Diagram Hasil Pengujian Bilah Propeller 1 .....	61
Gambar 4. 3 Diagram Hasil Pengujian Bilah Propeller 2 .....	62
Gambar 4. 4 Diagram Hasil Pengujian bilah Propeller 3 .....	63



## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 <i>MicroPorosity</i> .....	54
Tabel 4. 2 <i>Porosity</i> .....	55
Tabel 4. 3 <i>Solidification Time</i> .....	56
Tabel 4. 4 <i>Filling Time</i> .....	57
Tabel 4. 5 <i>Last Air</i> .....	58
Tabel 4. 6 <i>Cold Shuts</i> .....	59
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian pada Bilah Propeller 1 .....	61
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian pada Bilah Propeller 2 .....	62
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian pada Bilah Propeller 3 .....	63

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Produk dan Desain Propeller .....	76
Lampiran 2. Alat dan Bahan .....	77
Lampiran 3. Spesimen Pengujian .....	81
Lampiran 4. Kegiatan Pengujian Kekerasan .....	84

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Fatur Rahman Al Khozi

NIM : 443 20 050

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul “Desain dan Pembuatan Propeller Perahu Nelayan dengan Metode *Sand Casting*” merupakan gagasan, hasil karya sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka laporan tugas akhir ini.

Jika Pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.



Fatur Rahman Al Khozi

NIM : 443 20 050

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muh Syahril BJ

NIM : 443 20 055

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul “Desain dan Pembuatan Propeller Perahu Nelayan dengan Metode *Sand Casting*” merupakan gagasan, hasil karya sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar Pustaka laporan tugas akhir ini.

Jika Pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.



ar, 31 Agustus 2024

Muh Syahril BJ

NIM : 443 20 055

## DESAIN DAN PEMBUATAN PRODUK PROPELLER PERAHU

### NELAYAN DENGAN METODE SAND CASTING

#### RINGKASAN

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah agar *Software Altair Inspire Cast* dapat membantu untuk mengetahui tingkat *Microporosity*, *Porosity*, *Solidification Time*, *Filling Time*, *Last air* dan *Cold Shuts* serta nilai kekerasan yang ada pada hasil produk akhir propeller perahu nelayan yang dihasilkan dari proses pengecoran logam. Pada penelitian ini dibuat perbandingan antara simulasi pengecoran pada *software* dengan produk hasil akhir praktik proses pengecoran. Dari produk hasil proses pengecoran inilah didapatkan suatu jenis cacat yang timbul pada produk dan hal tersebut sesuai dengan yang ditunjukkan pada *software* simulasi pengecoran. Kesesuaian tersebut dapat dibuktikan dengan data yang didapatkan pada pengujian kekerasan. Yang dimana pada hasil pengujian kekerasan menunjukkan bagian ujung bilah propeller memiliki tingkat kekerasan dengan nilai rata-rata sebesar 66,3 HB. Dibandingkan dengan nilai kekerasan pada bagian tengah dan pangkal bilah propeller yang relatif lebih kecil yaitu masing-masing sebesar 64,1 HB dan 57,7 HB. Data pada pengujian kekerasan ini sesuai dengan hasil yang ditunjukkan pada *software* simulasi bahwa bagian yang memiliki *persentase* cacat terendah terdapat pada bagian ujung bilah yang menandakan bagian ujung bilah memiliki tingkat kekerasan paling tinggi dibandingkan dengan bagian tengah dan pangkal bilah.

Kata Kunci : Simulasi Pengecoran, Pengecoran, Uji Kekerasan, Propeller.

**DESIGN AND MANUFACTURE OF FISHING BOAT PROPELLER  
PRODUCTS USING THE SAND CASTING METHOD**

**SUMMARY**

The purpose of this research is so that the Altair Inspire Cast Software can help to determine the level of Microporosity, Porosity, Solidification Time, Filling Time, Last Air and Cold Shuts as well as the hardness value in the final product of fishing boat propellers produced from the metal casting process. In this research, a comparison was made between the casting simulation in the software and the final product resulting from the casting process practice. From the product resulting from the casting process, a type of defect appears in the product and this is in accordance with what is shown in the casting simulation software. This suitability can be proven by data obtained from hardness testing. The hardness test results show that the tip of the propeller blade has a hardness level with an average value of 66.3 HB. Compared to the hardness value in the middle and base of the propeller blade which are relatively small, namely 64.1 HB and 57.7 HB respectively. The data in this hardness test is in accordance with the results shown in the simulation software that the part with the lowest percentage of defects is at the tip of the blade, which indicates that the tip of the blade has the highest level of hardness compared to the middle and base of the blade.

Keywords : Casting Simulation, Sand Casting, Hardness Test, Propeller.

# **BAB I PENDAHULUAN**

## **1.1 Latar Belakang**

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia, mempunyai panjang garis pantai 80.000 km dan luas laut sekitar 3,1 juta km<sup>2</sup>. Wilayah lautnya yang merupakan perairan teritorial dan perairan nusantara, meliputi hampir 2/3 luas teritorialnya. Berdasarkan UNCLOS 1982, Indonesia memperoleh hak kewenangan memanfaatkan Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE) seluas 2,7 km<sup>2</sup> yang menyangkut eksplorasi, eksploitasi dan pengelolaan sumberdaya hayati dan non hayati, penelitian, dan yuridiksi mendirikan instalasi ataupun pulau buatan (Ambo, 2021).

Indonesia adalah negara maritim dengan banyak orang berprofesi sebagai nelayan. Perahu adalah alat transportasi yang biasa digunakan nelayan dalam pekerjaannya. Propeller (baling-baling) adalah salah satu bagian yang penting dalam perahu nelayan. Propeller digunakan sebagai penerus daya, dan daya dari motor listrik melewati sejumlah mekanisme transmisi daya, yang diakhiri dengan perputaran propeller. Propeller umumnya terbuat dari material dengan sifat mekanik dan kimia yang baik. Sifat mekanis seperti kekuatan, kekerasan, ketangguhan, ketahanan beban tumbukan dan ketahanan aus, sedangkan sifat kimianya dipilih dari bahan yang tidak mudah berkarat/korosi. Bentuk geometris dan dimensi sudut memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kinerja propeller, oleh karena itu proses manufaktur yang akurat dan efektif sangat penting (Putera dkk., 2022).

Pengecoran logam (*casting*) adalah salah satu teknik pembuatan produk dimana logam dicairkan dalam tungku peleburan kemudian dituangkan ke dalam rongga cetakan yang serupa dengan bentuk asli dari produk cor yang akan dibuat. Industri pengecoran logam tumbuh seiring dengan perkembangan teknik dan metode pengecoran serta berbagai model produk cor yang membanjiri pasar domestik (Junaidy dkk., 2020). Cacat pada permukaan coran dapat dieliminir salah satunya dengan melakukan optimasi pada temperatur penuangan. Pada umumnya untuk mengeliminir cacat coran yaitu dengan melakukan *trial and error*, metode ini memakan biaya dan waktu yang banyak sehingga dapat mengakibatkan besarnya biaya dan waktu produksi. Simulasi numerik adalah opsi untuk mengurangi *trial and error*, biasanya untuk optimasi proses pengecoran digunakan *software* berbasis *CFD* (Adianta dkk., 2018).

Perkembangan teknologi mempengaruhi segala aspek kehidupan termasuk sistem pengecoran. Salah satu aspek perkembangan teknologi di bidang pengecoran adalah aplikasi simulasi komputer. Teknik simulasi pengecoran dengan menggunakan komputer bertujuan untuk menganalisis aspek pengisian dan pemadatan cetakan. Desain proses pengecoran sangat penting untuk menghasilkan coran yang berkualitas. Tidak dapat dihindari bahwa banyak cacat yang terjadi dalam proses pengecoran. Alat simulasi *casting* membantu mengoptimalkan desain proses *casting* dan meningkatkan hasil *casting*. Komputerisasi pemodelan dan simulasi solidifikasi dari pengecoran berguna untuk mengurangi waktu dan meningkatkan kualitas dalam pengecoran. Kualitas dalam hal cacat dan peningkatan hasil akan mempengaruhi harga dan produktivitas yang lebih tinggi pemodelan dan



simulasi komputer menawarkan potensi mengevaluasi proses desain dalam waktu yang lebih cepat, dan biaya jauh lebih sedikit dibandingkan dengan metode konvensional (Perwira,2022).

## **1.2 Rumusan Masalah**

Sesuai dengan latar belakang yang telah dijelaskan maka rumusan masalah yang didapatkan yaitu bagaimana simulasi pengecoran dapat membantu untuk mengetahui cacat yang mungkin timbul pada produk akhir propeller perahu yang dihasilkan dari pengecoran ?

## **1.3 Ruang Lingkup Penelitian**

1. Penelitian ini memusatkan perhatian pada penggunaan simulasi pengecoran sekaligus praktik proses pengecoran.
2. Propeller yang dibuat dengan metode cetakan pasir (*sand casting*).
3. Jenis material logam yang digunakan yaitu aluminium.
4. Untuk mengetahui sifat mekanis hasil coran dilakukan pengujian kekerasan.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah agar simulasi pengecoran dapat membantu untuk mengetahui cacat yang mungkin timbul pada produk akhir propeller perahu yang dihasilkan dari proses pengecoran?

## **1.5 Manfaat Penelitian**

1. Mengetahui faktor penyebab terjadinya kegagalan dalam proses pengecoran propeller
2. Mendapatkan suatu desain yang optimum untuk proses pengecoran propeller sehingga dapat diproduksi dengan lebih efisien.

3. Dapat menjadi literatur dan referensi bagi penelitian lain yang relevan
4. Menjadi masukan bagi para praktisi di bidang pengecoran logam

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Definisi Perahu Nelayan**

Perahu Nelayan adalah suatu sarana yang dapat mengapung di air yang digunakan oleh para nelayan untuk mencari dan menangkap ikan di sungai maupun di laut. Perahu nelayan merupakan sarana yang paling penting bagi para nelayan untuk digunakan mencari dan menangkap ikan, tanpa adanya perahu maka nelayan tidak bisa mencari nafkah untuk keluarganya. Di Indonesia cukup banyak sekali masyarakat perkampungan nelayan, dikarenakan Indonesia merupakan negara kepulauan dimana setiap pulau dikelilingi oleh lautan. Mereka tersebar dan hidup bermukim di daerah-daerah pinggiran pantai atau pesisir pantai di seluruh wilayah kepulauan Indonesia. Mata pencarian mereka adalah mencari dan menangkap ikan untuk memenuhi kebutuhan hidup keluarga (Suranto & Sudjasta, 2018). Bentuk perahu nelayan dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2. 1 Perahu Nelayan (Suranto, 2018)

## 2.2 Definisi Propeller

Propeller atau baling-baling adalah komponen berbentuk kitiran yang berfungsi mentransmisikan tenaga dengan mengubah gerak rotasi menjadi gaya dorong (*thrust*) untuk menggerakkan kapal ataupun pesawat terbang. Propeller dapat dilihat pada gambar 2.2 adalah *inducer* propulsi yang paling penting pada kapal laut, menyebabkan momentum pada fluida yang menghasilkan sebuah gaya dorong untuk menggerakkan kapal. Perbedaan tekanan dihasilkan antara permukaan depan dan belakang *blade* (sudut propeller) yang berbentuk *airfoil* dengan fluida yang dipercepat di bagian belakang *blade* (Arifin dkk., 2019).

Baling-baling (propeller) merupakan salah satu komponen yang dipasang pada kapal nelayan yang digerakkan oleh motor diesel sebagai penggerak mula. Prinsip kerja motor diesel menggerakkan baling-baling melalui kopling dan poros baling-baling, sehingga baling-baling berputar menghasilkan gaya dorong maju atau mundur. Baling-baling ini mempunyai bilah yang berjumlah dua atau lebih dengan posisi yang menjorok dari *hub* atau *boss*. Bilah baling-baling merupakan bagian yang menyatu dengan *hub*, sedangkan *hub* baling-baling ini diposisikan pada poros agar dapat digerakkan oleh mesin penggerak kapal (Endramawan dkk., 2019).



Gambar 2. 2 Propeller (Endramawan dkk., 2019)

### 2.3 Paduan Aluminium

Aluminium merupakan logam ringan mempunyai ketahanan korosi yang baik dan hantaran listrik yang baik lainnya sebagai sifat logam. Sebagai tambahan terhadap peningkatan kekuatan mekaniknya dengan menambahkan *Cu*, *Mg*, *Si*, *Mn*, *Zn*, *Ni*, dan sebagainya secara satu persatu atau bersamaan, hal tersebut juga memberikan sifat-sifat baik lainnya seperti ketahanan korosi, ketahanan aus, koefisien pemuaian rendah dan sebagainya. Bidang pada material ini dipergunakan di dalam luas bukan saja untuk peralatan rumah tangga tapi juga dipakai untuk keperluan material pesawat terbang, mobil, kapal laut, konstruksi. Paduan *Al-Si* sangat baik kecairannya, mempunyai permukaan bagus, tanpa kegetasan panas, sangat baik untuk paduan coran serta baik pula dalam ketahanan korosi, sangat ringan, koefisien pemuaian yang kecil dan sebagai penghantar untuk listrik dan panas, karena itu paduan *Al-Si* sering digunakan dalam produksi pengecoran (Perwira, 2022).

## **2.4 Definisi Pengecoran**

Pengecoran (*casting*) merupakan salah satu proses pembentukan bahan baku/bahan benda dimana pengendalian kualitas benda kerja dimulai sejak bahan masih dalam keadaan mentah. Tujuan dari pengecoran yaitu untuk menghasilkan produk yang berkualitas dan ekonomis, yang bebas cacat dan sesuai dengan kebutuhan seperti kekuatan, keuletan, dan ketelitian dimensi. Pengecoran adalah proses pembuatan benda kerja dari logam cair tanpa disertai tekanan pada saat logam cair mengisi rongga cetakan dan kemudian dibiarkan hingga membeku. Pengecoran merupakan suatu proses manufaktur untuk membuat produk yang memiliki bentuk geometri mendekati bentuk asli dari produk cor yang akan di buat (Qohar dkk., 2017).

Kelebihan proses pengecoran adalah dapat membuat produk dengan geometri yang kompleks (ketebalan minimum, ukuran inti minimum, dsb), dapat membuat bentuk baik eksternal maupun internal dengan kualitas yang diinginkan (permukaan akhir, porositas, dll), dapat melalui beberapa teknik untuk membuat produk *net shape* atau *near shape*, dapat membuat produk dengan ukuran yang sangat besar serta cocok untuk produk massal (merupakan parameter ekonomis) (Hanifa R., Nur Hudha, 2019).

## **2.5 Definisi Cetakan**

Cetakan merupakan benda untuk membentuk produk sesuai yang diinginkan dengan cara menuangkan bahan dasar yang telah dicairkan kemudian didinginkan. Setiap pembentukkan suatu benda harus berdasarkan gambar benda yang diinginkan. Sebelum kita melakukan proses penuangan berlangsung harus dibuat

cetakan. Dengan demikian cetakan dapat diartikan sebagai alat yang bentuknya mirip benda yang akan dibuat. Cetakan terbagi menjadi cetakan luar dan dalam. Sebelum membuat cetakan, kita harus melalui beberapa tahapan yang harus dilaksanakan, seperti mempersiapkan pola atau desain cetakan, bahan yang digunakan serta cara pembuatan cetakan tersebut. Pada bahan aluminium untuk produksi propeller, proses pengecoran menggunakan cetakan pasir dan cetakan logam tidak terlalu berpengaruh secara signifikan terhadap kekuatan mekanisnya, akan tetapi untuk proses pengecoran menggunakan cetakan pasir mempunyai sifat mekanis yang lebih baik dari cetakan logam (Kodri dkk., 2022).

### **2.5.1 Cetakan Pasir (*Sand Casting*)**

Salah satu metode pengecoran yang banyak digunakan adalah *sand casting*. *Sand casting* merupakan metode pengecoran dimana logam yang telah dicairkan dituang ke dalam cetakan pasir yang telah dibuat sebelumnya. Metode ini sering digunakan karena dapat mencetak logam dengan titik lebur tinggi dengan dimensi hasil coran yang beragam. Adapun kekurangan dari metode ini adalah sering dijumpai cacat seperti porositas dan penyusutan yang dapat mempengaruhi sifat mekanis hasil coran (Pratika dkk., 2021).

### **2.5.2 Jenis-Jenis Cetakan Pasir**

Cetakan pasir dapat dibagi menjadi dua yaitu: (Qohar dkk., 2017)

1. Cetakan pasir basah, proses pembuatan cetakan pasir basah adalah dengan mencampur pasir dan tanah liat dengan presentase yang diperlukan, namun kualitas yang superior biasanya dicapai ketika tanah liat berkualitas ditambahkan pada pasir murni, yaitu 2% sampai dengan 3% air dan melalui

pencampuran didapatkan campuran pasir yang sudah siap diubah dan dicetak.

2. Cetakan pasir kering, dibuat dengan menggunakan bahan pengikat tanah liat, kemudian cetakan dikeringkan dalam sebuah oven atau dengan bantuan panas lain sehingga cetakan benar-benar kering. Pengeringan cetakan dalam oven dapat memperkuat cetakan dan mengeraskan permukaan rongga cetakan. Cetakan pasir kering menghasilkan benda-benda coran yang sangat bersih dan sedikit gas yang dihasilkan.

### **2.5.3 Terminologi Pengecoran Cetakan Pasir**

Secara umum cetakan harus memiliki bagian-bagian utama sebagai berikut (Alfauzan, 2021) :

1. *Cavity* (rongga cetakan), merupakan ruangan tempat logam cair yang dituangkan kedalam cetakan. Bentuk rongga ini sama dengan benda kerja yang akan dicor. Rongga cetakan dibuat dengan menggunakan pola.
2. *Core* (inti), fungsinya adalah membuat rongga pada benda coran. Inti dibuat terpisah dengan cetakan dan dirakit pada saat cetakan akan digunakan. Bahan inti harus tahan menahan temperatur cair logam paling kurang bahannya dari pasir.
3. *Gating sistem* (sistem saluran masuk), merupakan saluran masuk kerongga cetakan dari saluran turun. *Gating sistem* suatu cetakan dapat lebih dari satu, tergantung dengan ukuran rongga cetakan yang akan diisi oleh logam cair.
4. *Sprue* (Saluran turun), merupakan saluran masuk dari luar dengan posisi vertikal. Saluran ini juga dapat lebih dari satu, tergantung kecepatan

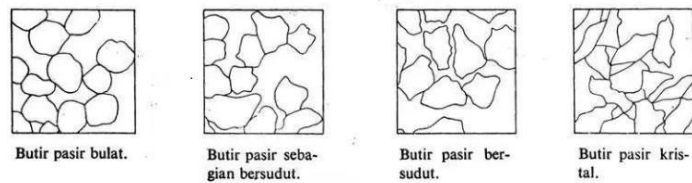


penuangan yang diinginkan.

5. *Pouring basin*, merupakan lekukan pada cetakan yang fungsi utamanya adalah untuk mengurangi kecepatan logam cair masuk langsung dari *ladle* ke *sprue*. Kecepatan aliran logam yang tinggi dapat terjadi erosi pada *sprue* dan terbawanya kotoran-kotoran logam cair yang berasal dari tungku ke rongga cetakan.
6. *Raiser* (penambah), merupakan cadangan logam cair yang berguna dalam mengisi kembali rongga cetakan bila terjadi penyusutan akibat solidifikasi.

## **2.6 Pasir Cetak**

Pasir dapat didefinisikan sebagai butiran-butiran yang terjadi akibat penghancuran batu-batuan. Ukuran dari butir-butir pasir adalah tidak lebih besar dari 1/12 in dan tidak lebih kecil dari 1/400 in (lihat pada gambar 2.3). Pasir merupakan bahan yang paling banyak digunakan dalam pembuatan cetakan, karena pasir dapat digunakan untuk logam *ferrous* dan *non ferrous*. Pasir merupakan bahan yang fundamental dalam proses pengecoran karena pasir adalah bahan yang paling banyak tersedia di alam. Pasir cetak yang umum digunakan adalah pasir gunung, pasir pantai, pasir sungai, dan pasir silika yang disediakan alam. Jenis pasir yang terdapat di wilayah Indonesia bermacam-macam tingkat kehalusan, ukuran pasir, dan bentuk pasirnya. Pasir cetak yang dipakai dalam proses pengecoran logam dimungkinkan dapat mempengaruhi kualitas hasil pengecoran logam (Saputra, 2018).



Gambar 2. 3 Butir-Butir Pasir Cetak (Nanda, 2014)

### 2.6.1 Karakteristik Pasir Cetak

Menurut Martin (2014), Karakteristik pasir cetak yang akan digunakan, mempunyai beberapa sifat sebagai berikut :

- a. Ketahanan terhadap panas yaitu ketahanan pasir terhadap titik sinter. Pasir cetak harus memiliki titik sinter di atas temperatur logam cair (*Pouring temperature*). Jika pasir cetak memiliki titik sinter di bawah temperatur tuang logam cair maka akan terjadi penyinteran antara butir pasir dengan logam cair.
- b. Kuat tekan yaitu kekuatan untuk menahan gaya tekan dari logam cair. Kualitas ini penting supaya permukaan dalam rongga cetakan tidak runtuh ketika dilalui oleh logam cair. Cairan logam akan memberikan tekanan akibat gaya gravitasi dan juga akibat panas dari cairan logam.
- c. Distribusi/persebaran ukuran pasir yaitu variasi ukuran pasir dari pasir yang digunakan. Variasi ukuran pasir harus memadai agar dapat menutup rongga antar butir pasir.
- d. Permeabilitas yaitu kemampuan pasir cetak untuk mengalirkan gas dari dalam cetakan ke luar cetakan. Hal ini sangat akan mempengaruhi perbedaan gas dari rongga cetak dan kecepatan pendinginan produk cor. Gas yang terperangkap dalam cetakan dapat menyebabkan porositas.

## 2.7 Cacat Pengecoran

Pengecoran logam dilakukan untuk mendapatkan produk dalam jumlah banyak, sehingga walaupun tahapan proses dilakukan dengan baik, masih sering ditemukan produk cor yang tidak sempurna berupa cacat. Faktor yang dapat menyebabkan cacat pada produk coran logam, antara lain: tahapan perancangan proses pengecoran, perancangan pola, pemilihan pasir untuk cetakan, perancangan cetakan, perancangan inti, komposisi bahan baku muatan logam, proses peleburan di dapur, proses penuangan, perancangan sistem saluran masuk, dan perancangan sistem saluran penambah (Yusup & Purbawati, 2022).

Penggolongan cacat coran menurut komisi pengecoran internasional untuk cacat coran rupa kedalam sembilan jenis, yaitu: cacat ekor tikus tak mementu atau berupa cacat kekasaran meluas, cacat lubang-lubang, cacat retakan, cacat permukaan kasar, cacat inklusi dan cacat struktur tidak seragam, cacat deformasi dan cacat melintir, cacat salah alir, cacat kesalahan ukuran, dan cacat coran tak tampak. Menurut Yusup & Purbawati (2022), berikut ini dijelaskan penyebab cacat rupa yang terjadi pada coran logam:

1. Cacat ekor tikus tak mementu atau berupa cacat kekasaran meluas, merupakan cacat coran dibagian permukaan atau luar coran yang bisa dilihat secara langsung. Cacat jenis ini menyerupai ekor tikus, penyebab jenis cacat ini diakibatkan oleh permukaan pasir cetak mengembang sehingga menjadikan logam masuk ke permukaan pasir cetak. Cacat kekasaran yang meluas adalah cacat yang terjadi di permukaan, disebabkan oleh tererosi pasir cetak.

2. Cacat lubang-lubang, cacat jenis ini mempunyai wujud dan penyebab yang beragam. Cacat jenis ini dapat berbentuk: cacat berbentuk rongga udara, berbentuk lubang jarum, berbentuk rongga gas disebabkan cil, berupa penyusutan dalam, berupa penyusutan luar, dan berbentuk rongga penyusutan.
3. Cacat retakan, cacat jenis ini disebabkan oleh adanya penyusutan atau diakibatkan adanya tegangan sisa. Hal ini terjadi disebabkan adanya ketidakseimbangan proses pendingin selama pembekuan.
4. Cacat permukaan kasar, cacat jenis ini ditandai adanya permukaan coran yang kasar. Penyebab cacat jenis ini disebabkan oleh faktor berikut: rontoknya cetakan, terdorongnya kup ke atas, pelekat pasir cetak yang tidak kuat, dan adanya penetrasi logam cair pada proses pengecoran.
5. Cacat salah alir, cacat jenis ini disebabkan logam cair tidak cukup ketika mengisi rongga didalam cetakan. Hal ini terjadi oleh adanya penyumbatan akibat logam cair yang membeku sebelum mengisi rongga dalam cetakan.
6. Cacat kesalahan ukuran, cacat jenis ini diakibatkan kesalahan ketika pembuatan pola. Ukuran pola untuk memuat cetakan tidak sesuai dengan ukuran coran. Penyebab lainnya adalah mengembang dan menyusutnya cetakan logam yang tinggi pada waktu pembekuan. Pembuatan cetakan dan pola dengan cermat dan teliti dapat mencegah terjadinya cacat jenis ini. Melakukan perhitungan secara cermat untuk penyusutan logam agar penambahan ukuran pola disesuaikan dengan penyusutan logam coran ketika proses pembekuan, dan menjaga agar cetakan tidak mengembang.
7. Cacat inklusi dan cacat struktur tak seragam, cacat inklusi diakibatkan oleh

adanya reaksi kimia selama peleburan, penuangan atau pembekuan sehingga terak atau bahan bukan logam yang masuk ke cairan logam. Cacat struktur tidak seragam mengakibatkan terbentuknya struktur cil pada sebagian struktur coran.

8. Cacat deformasi, cacat jenis ini dikarenakan adanya gaya yang timbul selama penuangan dan pembekuan sehingga mengakibatkan perubahan bentuk coran.
9. Cacat-cacat tak nampak, cacat jenis ini berada didalam produk hasil coran sehingga tidak dapat dilihat dipermukaan, cacat bentuk struktur butir terbuka adalah cacat tak nampak, pori-pori akan terbentuk pada cacat jenis ini, dan akan tampak setelah proses permesinan produk coran.

## **2.8 Simulasi Pengecoran**

Di Era kemajuan teknologi sekarang ini sudah banyak *software* yang sudah di kembangkan untuk menyelesaikan proses perancangan mulai dari *Computer Aided Desain (CAD)*. Karena Penggunaan *software* ini memungkinkan merealisasikan produk secara instan untuk mengetahui kegagalan produk dengan beberapa parameter yang dilakukan sehingga mudah mengevaluasi dengan cepat. Tekhusus di bidang pengecoran terdapat beberapa *software* yang dapat di gunakan, Seperti.: *ProCAST, Z-Cast, MAGMAsoft*, dan lainnya.

Simulasi ini berperan penting dalam menanggulangi cacat coran yang terjadi pada saat proses pengecoran. Dengan adanya simulasi yang dilakukan sebagai alat bantu dalam memodelkan proses pengecoran sebelum produk cor yang sebenarnya dibuat, sehingga mengurangi resiko kegagalan produksi. Simulasi secara umum diartikan sebagai tiruan dari kenyataan. Dimaksudkan

sebagai suatu model yang menggambarkan suatu sistem yang nyata ada  
(Kurniawan dkk., 2014).

### 2.8.1 Software Altair Inspire Cast

*Inspire cast* adalah alat analisis untuk pengujian virtual, validasi koreksi, dan pengoptimalan desain pengecoran.

Perangkat lunak *inspire cast* adalah lingkungan simulasi pengecoran yang cepat, mudah, akurat, dan terjangkau yang berfokus pada pembuatan komponen berkualitas tinggi dengan peningkatan keuntungan melalui pengalaman pengguna yang sangat intuitif melayani para pemula dan ahli. Pengguna dapat menghindari cacat pengecoran yang umum seperti terperangkapnya udara, porositas penyusutan, penutupan dingin, degradasi cetakan, dan lainnya dengan menggunakan perangkat lunak *Altair Inspire Cast*. *Software Altair Inspire Cast* dapat dilihat pada gambar 2.4



Gambar 2. 4 *Software Altair Inspire Cast*

## 2.9 Pengujian Hasil Pengecoran

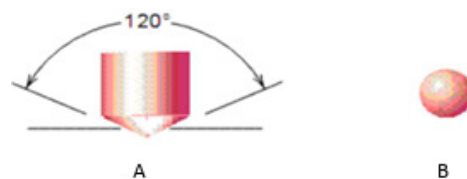
Pengujian hasil coran berfungsi untuk mengetahui sifat-sifat dari produk pengecoran, seperti sifat mekanik dan struktur mikronya. Pengujian-pengujian yang biasa dilakukan adalah pengujian tarik, pengujian kekerasan, uji *SEM* (*Scanning Electron Microscopic*), pengujian lentur, uji impact, dan lain sebagainya.

### 2.9.1 Pengujian Kekerasan

Kekerasan (*hardness*) adalah salah satu sifat mekanik dari suatu material. Kekerasan suatu material harus diketahui khususnya untuk material yang dalam penggunaannya akan mengalami pergeseran. Dalam hal ini bidang ilmu yang berperan penting mempelajarinya adalah ilmu bahan Teknik (*metallurgy engineering*). Beberapa metode uji kekerasan akan dijelaskan pada bagian berikut:

#### 1. Pengujian Kekerasan *Rockwell*

Indentor terbuat dari baja yang diperkeras berbentuk bola dan selain itu ada juga yang berbentuk kerucut intan (lihat gambar 2.5). Indentor bola mempunyai ukuran diameter masing-masing 1,588, 3,175, 6,350 dan 12,70 mm. Sedangkan beban yang tersedia adalah 10, 60, 100 dan 150 kg.



Gambar 2. 5 Bentuk *Indintor Rockwell* (a) dari samping (b) dari atas

#### 2. Pengujian Kekerasan *Brinell*

Pengujian kekerasan Brinell menggunakan penumbuk (penetrator) yang terbuat dari bola baja yang diperkeras (atau *tungsten carbide*). Diameter bola adalah 10 mm (lihat gambar 2.6) dan beban standar antara 500 dan 3000 kg dengan peningkatan beban 500 kg. Selama pembebanan, beban ditahan 10 sampai 30 detik. Pemilihan beban tergantung dari kekerasan material, semakin keras material maka beban yang diterapkan juga semakin besar.



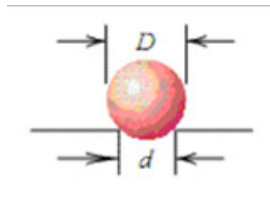
$$HB = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

HB = Angka kekerasan *Brinell*

P = Beban yang digunakan (kg)

D = Diameter bola baja (mm)

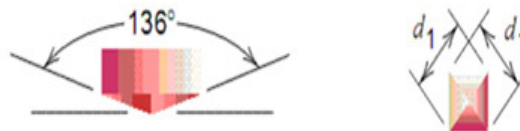
d = Diameter lekukan (mm)



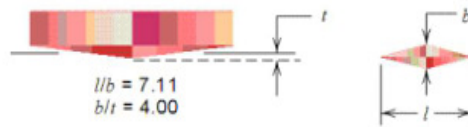
Gambar 2. 6 Bentuk *Indektor Brinell*

### 3. Pengujian Kekerasan *Knoop* dan *Vickers*

Kedua jenis pengujian ini menggunakan indenter intan yang cukup kecil dan mempunyai bentuk geometri berbentuk piramid seperti ditunjukkan pada gambar 2.7 dan 2.8 dibawah ini. Beban yang dikenakan juga jauh lebih kecil disbanding dengan pengujian *rockwell* dan *brinell* yaitu antara 1 sampai 1000 gram. Hasil penjejukan diukur dengan mikroskop lalu dikonversikan menjadi angka kekerasan.



Gambar 2. 7 Bentuk *Indektor Vickers*



Gambar 2. 8 Bentuk *Indektor Knoop*

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboraturium Jurusan Teknik Mesin dan CV Berkat Bara Logam. Waktu pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Februari - Juli 2024.

### 3.2 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- |   |   |
|---|---|
| 1. Tungku peleburan                       | 10. Kuas  |
| 2. Rangka cetakan                         | 11. Saringan Pasir                                      |
| 3. <i>Crucible</i>                        | 12. Cangkul   |
| 4. Pengukur temperatur<br><i>infrared</i> | 13. Sekop   |
| 5. Gerinda tangan                         | 14. Mesin amplas  |
| 6. Jangka sorong                          | 15. <i>Affri Hardnes Tester</i><br><i>Series 206 MX</i> |
| 7. Sarung tangan                          | 16. Penumbuk  |
| 8. <i>Ladle</i>                           | 17. <i>Strike of bar</i> (besi siku)                    |
| 9. Gergaji Besi                           | 18. Ragum   |

19. *Blower*

20. *Software Inventor dan*

*Inspire Cast 2023.1*

Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

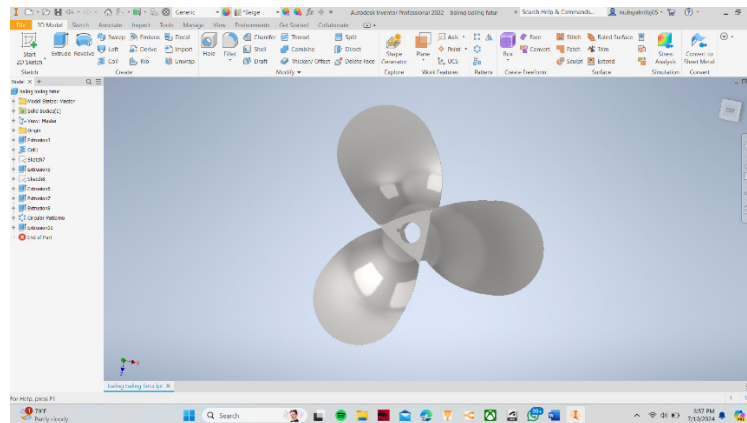
1. Aluminium
2. Pasir (Tanah khusus)
3. *Resin + hardener*
4. Bedak
5. Autosol (metal polish)
6. Kertas amplas grid 200, 400, 600, 800, 1000, 1500, 2000, 4000, dan 5000

Adapun foto alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada lampiran 1.

### **3.3 Prosedur Penelitian**

#### **3.3.1 Membuat Rancangan Desain**

Langkah awal dalam proses persiapan simulasi pengecoran yakni membuat desain awal produk yang akan dibuat. Desain merupakan faktor penting lainnya yang berkontribusi terhadap kualitas produk pengecoran. Desain ini juga nantinya akan dijadikan sebagai pola cetakan yang akan diisi dengan logam yang telah dicairkan sehingga membentuk suatu produk yang diinginkan. Adapun *software* yang digunakan dalam perancangan desain ini yaitu *Autodesk Inventor 2021*. Hasil rancangan desain dapat dilihat pada gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3. 1 Desain Propeller Pada *Inventor*

### 3.3.2 Proses Simulasi *Software* Pengecoran

Setelah desain produk selesai dirancang, langkah selanjutnya untuk dapat memulai simulasi yaitu mengubah gambar teknik menjadi gambar coran. Untuk mulai melakukan simulasi, import *file* model berekstensi (.iam, icast, sldprt). Pada dasarnya gambar coran merupakan gambar teknik yang sudah dikembangkan untuk kebutuhan pengecoran. Dalam gambar coran ini terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan, seperti keseragaman geometri, ketebalan geometri, fitur-fitur pemesinan, lubang, dan sebagainya. Gambar coran yang telah dibuat akan dijadikan sebagai acuan dalam pembuatan pola. Pola merupakan gambaran dari komponen yang akan dicor. Pola ini yang kemudian akan menjadi rongga pada cetakan dan selanjutnya diisi oleh lelehan logam.

Adapun menu dalam proses simulasi meliputi beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Tentukan bagian cor, tentukan sistem pengisian, dan atur arah gravitasi  
(*Specify the Cast Part*)

Sebelum memulai, perlu mengimpor atau membuat geometri bagian cor dan

sistem pengisian.

- a. Pilih tab **Casting** pada pita.
- b. Pilih alat bagian yang akan dicetak (**Designate Casting Part**), lalu pilih bagian yang akan dicetak di jendela pemodelan, dapat dilihat pada gambar 3.2



Gambar 3. 2 *Designate Casting Part*

- c. Pilih alat sistem pengisian (**Designate Filling System**), lalu pilih bagian sistem pengisian di jendela pemodelan, dapat dilihat pada gambar 3.3



Gambar 3. 3 *Designate Filling System*

- d. Pilih alat atur arah gravitasi (**Set Gravity Direction**), lalu gunakan opsi pada mikrodialog untuk menentukan arah gravitasi, dapat dilihat pada gambar 3.4



Gambar 3. 4 *Set Gravity Direction*

## 2. Tambahkan Gerbang (*Add Gates*)

Tetapkan permukaan saluran masuk yang diimpor sebagai gerbang, atau buat gerbang virtual.

Ada dua metode untuk menambahkan pintu gerbang. Gunakan opsi Tetapkan Permukaan sebagai Gerbang (*Designate Surface as Gate*) jika anda telah mendesain permukaan saluran masuk dalam alat *CAD*, baik pada *runner* maupun pada komponen. Pilih Tambah atau Edit Gerbang (*Add/Edit Gate*) jika tidak memiliki pintu gerbang yang telah ditetapkan sebelumnya dan ingin membuat saluran masuk virtual.

Pada ikon gerbang, pilih salah satu berikut ini :

- Untuk menetapkan permukaan saluran masuk sebagai gerbang, pilih alat Tetapkan Permukaan sebagai Gerbang (*Designate Surface as Gate*), lalu pilih permukaan tempat gerbang yang telah ditentukan sebelumnya berada di jendela pemodelan, dapat dilihat pada gambar 3.5



Gambar 3. 5 *Designate Surface as Gate*

- Untuk membuat gerbang virtual, pilih alat Tambah/Edit Gerbang (*Add/Edit Gate*), pilih permukaan pada model untuk memposisikan bagian tengah gerbang, lalu masukkan dimensi gerbang dalam mikrodialog, dapat dilihat pada gambar 3.6



Gambar 3. 6 *Add/Edit Gate*

### 3. Definisi Komponen Perkakas (*Define Tooling Components*)

Simulasikan komponen pengecoran yang umum digunakan. Untuk sebagian besar komponen, anda dapat membuat komponen virtual dengan mengklik ikon utama, atau anda dapat menetapkan komponen yang diimpor sebagai komponen tersebut menggunakan ikon satelit, dapat dilihat pada gambar 3.7



Gambar 3. 7 *Define Tooling Components*

#### 1. Pilih alat Komponen (*Components*)

Pilih alat komponen untuk menentukan jenis bahan yang akan digunakan, dapat dilihat pada gambar 3.8



Gambar 3. 8 *Components*

#### 2. Pilih alat untuk membuat atau menetapkan bagian sebagai jenis komponen



tersebut.

- Pilih alat Inti (**Core**), lalu klik salah satu lokasi merah untuk menambahkan inti, dapat dilihat pada gambar 3.9



Gambar 3. 9 *Core*

Klik dua kali permukaan mana saja untuk secara otomatis memilih permukaan yang berdekatan dengan sudut kurang dari atau sama dengan sudut toleransi yang ditetapkan di bawah opsi pemilihan pada bilah panduan.

- Pilih alat pendingin (**Chiller**), lalu pilih permukaan yang ingin ditambahkan *chiller*, dapat dilihat pada gambar 3.10



Gambar 3. 10 *Chiller*

- Pilih alat saluran masuk (**Riser**), lalu pilih permukaan untuk menambahkan *riser* (lihat gambar 3.11). Riser lateral atau atas dibuat, tergantung pada orientasi permukaan terhadap arah gravitasi.



Gambar 3. 11 *Riser*

- Pilih alat Selongsong (*Sleeve*), lalu pilih riser untuk menambahkan selongsong di sekelilingnya, dapat dilihat pada gambar 3.12



Gambar 3. 12 *Sleeve*

- Pilih alat Luapan (*Overflow*), lalu pilih permukaan yang ingin ditambahkan luapan, dapat dilihat pada gambar 3.13



Gambar 3. 13 *Overflow*

- Pilih alat Cetakan (*Mold*) untuk menambahkan cetakan. Jika anda tidak membuat cetakan menggunakan alat ini, cetakan akan dibuat secara otomatis saat anda menjalankan analisis pengecoran, dapat dilihat pada gambar 3.14



Gambar 3. 14 *Mold*

- Pilih alat Pendingin (*Cooler*) untuk menambahkan pendinginan, lalu buat sketsa jalur garis pendinginan dengan mengklik model. Titik-titik yang menentukan jalur harus diposisikan pada satu permukaan. Klik kanan untuk mengakhiri jalur, dapat dilihat pada gambar 3.15



Gambar 3. 15 *Cooler*

- Pilih alat Pengisian (*Filter*), lalu klik titik manapun pada sistem pengisian untuk menambahkan *filter* (lihat gambar 3.16).



Gambar 3. 16 *Filter*

- Pilih alat Lengan Tembak (*Shot Sleeve*), lalu klik *cookie* pada sistem yang sedang berjalan untuk membuat *shot sleeve* (lihat gambar 3.17). Jika tidak ada *cookie*, maka akan dibuat secara otomatis.



Gambar 3. 17 *Shot Sleeve*

- Pilih alat Penampung (*Crucible*), lalu klik titik manapun pada bagian atau sistem pengisian untuk membuat *crucible*. Perhatikan bahwa jika anda telah menentukan gerbang, Anda harus menghapusnya untuk membuat *crucible*, dapat dilihat pada gambar 3.18



Gambar 3. 18 *Crucible*

#### 4. Tentukan Parameter Proses

Pilih proses pengecoran dan tentukan parameternya, atau lakukan simulasi umum yang cepat dengan masukan minimal.

1. Klik ikon **Pengaturan Dasar** dan masukkan kecepatan awal atau waktu pengisian untuk melakukan analisis pengecoran cepat.
2. Atau klik ▼ dan pilih **Gravitasi**, **Tekanan Tinggi**, atau **Tekanan Rendah** untuk memasukkan parameter lebih rinci khusus untuk proses tersebut, dapat dilihat pada gambar 3.19



Gambar 3. 19 Gravitasi, Tekanan Tinggi, atau Tekanan Rendah

#### 5. Jalankan Analisis *Casting*

Jalankan simulasi pengecoran dan tinjau hasilnya.

1. Klik **Analisis** ► pada ikon jalankan. Fitur analisis dapat dilihat pada gambar 3.20



Gambar 3. 20 Analisis

2. Pilih parameter analisis yang diinginkan lalu klik **Jalankan**.
3. Setelah analisis selesai, klik bendera hijau diatas ikon jalankan atau pilih nama proses di jendela status proses untuk meninjau hasil di **Penjelajah**

## **Analisis.**

### **3.3.3 Pembuatan Cetakan**

Adapun langkah-langkah dalam pembuatan cetakan sebagai berikut :

1. Jenis pengecoran yang digunakan pada pembuatan propeller ini yaitu jenis cetakan pasir (*sand casting*). Tahap awal dalam pengecoran yaitu mempersiapkan media cetakan dalam hal ini tanah khusus dari Jawa (lihat gambar 3.21). Tanah tersebut disiram secara menyeluruh dan didiamkan selama 1-2 hari. Adapun jenis tanah yang digunakan pada pengecoran logam kali ini yaitu tanah khusus dari Jawa.



Gambar 3. 21 Tanah Pengecoran

2. Tahap awal dalam membuat pola cetakan yaitu dengan mempersiapkan rangka cetakan dan inti cetakan. Inti cetakan nantinya akan diletakkan di tengah rangka cetakan sesuai dengan pemosisi pada rangka cetakan. Pemasangan inti cetakan dapat dilihat pada gambar 3.22



Gambar 3. 22 Pemasangan Initi Cetakan

3. Menaburi bedak pada pola cetakan sebelum diisi tanah. Tujuan penaburan bedak supaya inti cetakan dan tanah tidak saling mengikat pada saat proses pelepasan rangka cetakan atas dan bawah. Proses penaburan bedak dapat dilihat pada gambar 3.23



Gambar 3. 23 Proses Penaburan Bedak

4. Mengisi rangka cetakan dengan tanah yang telah diayak terlebih dahulu supaya bagian lekukan atau sudut daripada pola cetakan dapat terisi secara maksimal sehingga menghasilkan bentuk pola yang lebih sempurna (lihat gambar 3.24). Kemudian dilanjutkan pengisian tanah dengan menggunakan

sekop (lihat gambar 3.25).



Gambar 3. 24 Proses pengayakan Tanah



Gambar 3. 25 Pengisian Tanah

5. Setelah pasir terisi penuh kemudian dipadatkan dengan cara diinjak maupun menggunakan penumbuk. Pematatan bertujuan supaya kerapatan tanah lebih menyatu. Proses pematatan dapat dilihat pada gambar 3.26



Gambar 3. 26 Proses Pematatan Tanah

6. Meratakan permukaan tanah yang telah dipadatkan dengan menggunakan mistar. Tujuan dari meratakan permukaan supaya keseimbangan dari cetakan yang telah dibuat dapat tersusun rapi. Proses meratakan permukaan dapat dilihat pada gambar 3.27





Gambar 3. 27 Meratakan Tanah dengan Mistar

7. Selanjutnya membalikkan rangka cetakan, kemudian menaburi cetakan dengan bedak dan ditambahkan dengan pemasangan *gate* dan resin (lihat gambar 3.28). Resin bertujuan untuk mempertahankan lubang lingkaran sampai pada pembongkaran. Sementara *sprue* bertujuan sebagai tempat masuknya cairan aluminium yang telah dilelehkan. Setelah semuanya selesai dipasang, selanjutnya mengisi cetakan tersebut dengan tanah yang dimulai dari pasir yang disaring hingga sampai pada pemadatan.



Gambar 3. 28 Pemasangan *Gate* dan *Resin*

8. Mencabut *sprue* sehingga terbentuk saluran turun sebagai jalur turunnya lelehan aluminium mengisi rongga yang telah terbentuk. Bentuk saluran turun

dapat dilihat pada gambar 3.29



Gambar 3. 29 Mencabut *Sprue* sebagai Saluran Turunnya Lelehan

9. Melepas inti cetakan yang terletak di tengah cetakan dengan memisahkan kedua rangka cetakan secara perlahan untuk mendapatkan bentuk cetakan yang diinginkan. Bentuk pola yang dihasilkan dari inti cetakan yang telah dilepas dapat dilihat pada gambar 3.30



Gambar 3. 30 Melepas Inti Cetakan

10. Merapatkan kembali kedua rangka cetakan sampai menyatu seutuhnya seperti pada model awal (lihat gambar 3.31). Rongga kosong inilah nantinya yang akan diisi dengan lelehan aluminium yang telah dileburkan.



Gambar 3. 31 Merapatkan Kedua Rangka Cetakan

11. Melepas rangka cetakan secara perlahan sehingga menghasilkan cetakan yang siap diisi dengan lelehan aluminium, dapat dilihat pada gambar 3.32



Gambar 3. 32 Melepaskan Rangka Cetakan

### **3.3.4 Peleburan Aluminium**

Adapun langkah-langkah dalam peleburan aluminium yaitu :

1. Mempersiapkan bahan pokok dalam peleburan yakni aluminium. Pada penegcoran ini aluminium yang digunakan merupakan limbah atau barang bekas dari aluminium. Bahan aluminium yang akan dilebur dapat dilihat pada gambar 3.33



Gambar 3. 33 Bahan Aluminium Bekas

2. Barang-barang bekas yang telah dipersiapkan selanjutnya dimasukkan ke dalam tungku peleburan dengan sumber pengapian menggunakan blower. Proses peleburan aluminium dapat dilihat pada gambar 3.34



Gambar 3. 34 Proses Peleburan Aluminium

3. Setelah barang-barang bekas tersebut mencapai titik leleh. Selanjutnya mengangkat lelehan aluminium dari tungku peleburan ke cetakan yang telah disiapkan dengan menggunakan *ladle*. Proses penuangan lelehan aluminium ke cetakan dapat dilihat pada gambar 3.35



Gambar 3. 35 Penuangan Lelehan Aluminium ke Cetakan

4. Cetakan yang telah diisi kemudian didiamkan dan ditunggu hingga temperatur menurun dan cairan aluminium mengeras, lalu melakukan pembongkaran dengan menggunakan cangkul (lihat gambar 3.36).



Gambar 3. 36 Pembongkaran Hasil Pengecoran

### 3.3.5 Proses *Finishing* Produk

Proses *finishing* merupakan tahap pembenahan dan pembersihan daripada produk propeller yang telah dibuat. Adapun tahapannya sebagai berikut :

1. Hasil produk propeller yang telah dibongkar, selanjutnya akan dikumpulkan dan dibersihkan satu per satu menggunakan kuas. Adapun yang dibersihkan

yakni tanah yang masih melekat pada propeller. Proses pembersihan bongkaran propeller dapat dilihat pada gambar 3.37



Gambar 3. 37 Pembersihan Propeller setelah Pembongkaran

2. Pelebaran lubang propeller sebagai penempatan *boss cap* dengan menggunakan mesin bor, dapat dilihat pada gambar 3.38



Gambar 3. 38 Pelebaran Lubang Propeller dengan Mesin Bor

3. Meratakan bagian sisi produk propeller dengan menggunakan gerinda, dapat dilihat pada gambar 3.39



Gambar 3. 39 Meratakan Sisi Propeller dengan Gerinda

4. Menghaluskan seluruh permukaan propeller dengan menggunakan mesin amplas, dapat dilihat pada gambar 3.40



Gambar 3. 40 Menghaluskan Permukaan Propeller dengan Mesin Amplas

5. Pembuatan alur untuk lubang spi dengan menggunakan gergaji besi. Propeller diletakkan pada ragum untuk mencekam propeller, dapat dilihat pada gambar 3.41



Gambar 3. 41 Pembuatan Alur untuk Lubang Spi



6. Tahap akhir dari prosedur ini adalah penyemprotan *compound polish* dan pemasangan label. Penyemprotan *compound polish* berfungsi untuk menghaluskan propeller dan menerapkan hasil akhir yang bersih secara bertahap, serta memberikan hasil yang lebih mengkilap pada propeller. Mesin *compound polish* untuk penyemprotan dapat dilihat pada gambar 3.42



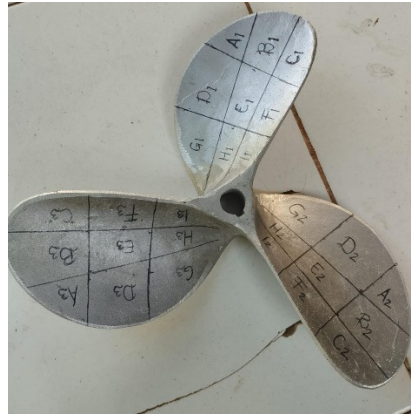
Gambar 3. 42 Mesin *Compound Polish*

### **3.4 Pembuatan Spesimen Pengujian**

Terdapat 27 potong spesimen yang akan dibuat. Yang dimana spesimen tersebut diambil dari ketiga bilah propeller. Bagian yang diambil ialah pada bagian ujung, tengah, dan pangkal bilah propeller. Adapun proses pengujian yang diberlakukan yaitu pengujian kekerasan dan pengamatan struktur mikro. Adapun tahapan pembuatannya yaitu :

1. Spesimen pengujian diambil dari benda kerja hasil pengecoran. Adapun gambaran pembagian dari produk propeller yang akan dijadikan spesimen dapat dilihat pada gambar 3.43





Gambar 3. 43 Pembagian Spesimen Propeller sebelum Digerinda

2. Memotong bagian-bagian spesimen yang telah dipetakan sebelumnya dengan menggunakan gerinda (lihat gambar 3.44). Adapun ukuran pemotongan yaitu 10 x 10 mm. Hasil pemotongan dapat dilihat pada gambar 3.45



Gambar 3. 44 Pemotongan Spesimen dengan Gerinda



Gambar 3. 45 Hasil Pemotongan Spesimen

3. Spesimen yang telah dipotong sesuai dengan ukuran selanjutnya diletakkan ke tutup botol. Lalu dituangkan cairan resin yang telah dicampurkan dengan hardener dan tunggu sampai resin mengeras. Hasil spesimen setelah dicampurkan resin dan hardener dapat dilihat pada gambar 3.46



Gambar 3. 46 Hasil Spesimen setelah Dituangkan Cairan *Resin* dan *Hardener*

Adapun hasil spesimen yang nantinya akan diberlakukan pengujian kekerasan dapat dilihat pada lampiran 2

4. Selanjutnya dilakukan pengamplasan secara bertahap dengan kertas amplas 200, 400, 600, 800, 1000, 1500, 2000, 4000, dan 5000 menggunakan mesin amplas, dapat dilihat pada gambar 3.47



Gambar 3. 47 Pengamplasan Spesimen

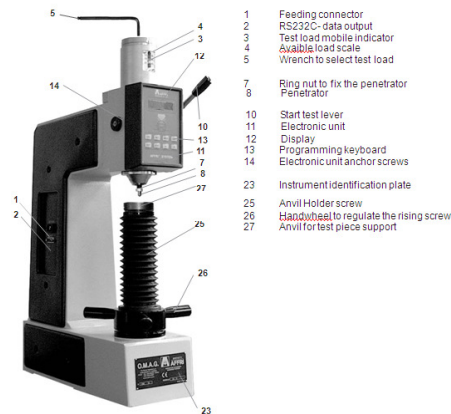
### 3.5 Proses Pengujian

Proses pengujian merupakan tahapan dalam pengumpulan data penelitian. Data hasil pengujian merupakan nilai sifat mekanik hasil pengecoran yaitu nilai kekerasan, serta pengujian struktur mikro. Proses pengujian benda kerja diuraikan

sebagai berikut:

### 3.5.1 Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan untuk mendapatkan nilai kekerasan pada beberapa daerah hasil pengecoran. Uji kekerasan ini dilakukan menggunakan mesin *Affri Hardnes Tester Series 206 MX* (lihat Gambar 3.48).



Gambar 3. 48 Mesin *Affri Hardnes Tester Series 206 MX*

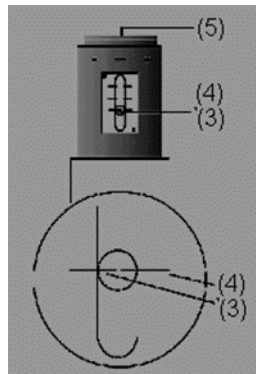
Sebelum melakukan pengujian kekerasan terlebih dahulu menentukan metode pengujian dan beban penetrasi pengujian yang akan digunakan. Langkah pengujian kekerasan sebagai berikut:

- a. Kenali jenis material yang akan diuji kekerasannya.
- b. Metode pengujian kekerasan yang akan digunakan ialah metode *Brinell*.
- c. Jenis penetrator yang akan digunakan berdasarkan tabel pemrograman adalah *ball 5 mm*”.
- d. Beban pengujian yang akan digunakan berdasarkan tabel pemrograman ialah *62,5 kgf*.

Adapun proses penyettingan pengujian kekerasan adalah sebagai berikut:

- a. Setting Beban yang telah dipilih dengan menggunakan kanci L (5) pada bagian

skala beban uji (3). Skala beban uji dapat dilihat pada gambar 3.49 berikut:



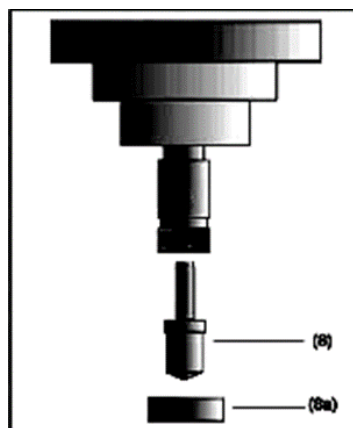
Gambar 3. 49 Skala Beban Uji

b. Pasang Penetrator *Ball* 2,5 mm

Adapun proses pemasangan penetrator *ball* 2,5 mm sebagai berikut :

- Siapkan penertaror (gambar 8) yang akan digunakan
- Lepaskan ring mur (gambar 8a)
- Pasang penetrator yang akan digunakan
- Pasang ring mur dan kencangkan dengan tangan

Bentuk penetrator dan ring mur dapat dilihat pada gambar 3.50



Gambar 3. 50 Penetrator dan Ring Mur

c. Pasang landasan

Pilih landasan yang akan digunakan sesuai dengan bentuk sampel yang akan diuji. Setelah itu pasang landasan pada dudukan. Adapun bentuk landasan sampel dapat dilihat pada gambar 3.51

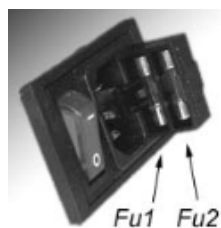


Gambar 3. 51 Landasan Sampel

d. Pemrograman Mesin *Affri Hardness Tester*

Adapun langkah-langka pemrograman mesin uji kekerasan *Affri hardness tester* sebagai berikut:

- 1) Hubungkan kabel *power* listrik ke *power* listrik PLN
- 2) Tekan *switch in* (lihat gambar 3.52) pada posisi 1 (*switch in* akan menyala)



Gambar 3. 52 *Switch In*

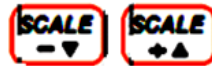
- 3) Memulai pemrograman tekan tombol *ON* (lihat Gambar 3.53)



Gambar 3. 53 Tombol *On*

4) Setting skala pembacaan

Untuk memilih skala pembacaan, tekan tombol *scale* (lihat gambar 3.54) sampai diperoleh skala pembacaan yang akan digunakan (Pada pengujian ini menggunakan skala pembacaan metode *Brinell* (HB10)).



Gambar 3. 54 Tombol *Scale*

5) Setting toleransi dengan menekan tombol *set tol* (lihat gambar 3.55) sehingga tampak nilai toleransi tertinggi *Hi:80* dan nilai toleransi terendah *Hi:50*.

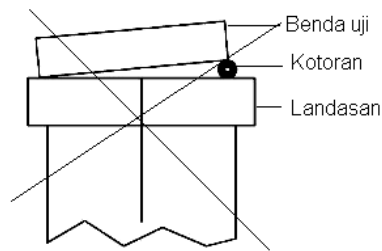


Gambar 3. 55 Tombol *Set Tol*

6) Setting waktu pengujian/penekanan dengan menekan tombol *set tol* sampai tampak *Tmr. 2.0*.

e. Letakkan spesimen diatas landasan.

Hindari permukaan spesimen yang tidak paralel dengan permukaan landasan akibat adanya debu dan kotoran lainnya pada permukaan landasan (lihat Gambar 3.56)



Gambar 3. 56 Posisi sampel yang Salah

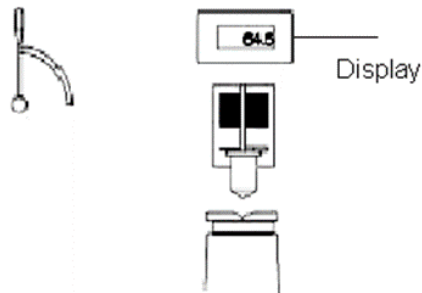
- f. Putar keatas *handwheel* hingga sampel benda uji bersentuhan dengan penetrator. Perhatikan layar *display* terlihat tanda, lihat gambar 3.57



Gambar 3. 57 (a) *Handwheel* Berputar Keatas; (b) Permukaan Sampel Bersentuhan Penetrator

- g. Setelah spesimen bersentuhan dengan penetrator putar pelan-pelan sampai tanda panah bersentuhan. Setelah bersentuhan, *stop* memutar *handwheel* dan tunggu hasil yang dikeluarkan pada layar *display*.
- h. Jika yang terbaca pada *display over* maka bebaskan spesimen dari sentuhan penetrator dengan cara memutar *handwheel* ke bawah. Dan geser spesimen beberapa millimeter kemudian ulangi pengoperasian pada langka 2 & 3 secara perlahan-lahan.
- i. Jika yang terbaca pada *display over* maka bebaskan spesimen dari sentuhan penetrator dengan cara memutar *handwheel* ke bawah. Dan geser spesimen beberapa millimeter kemudian ulangi pengoperasian pada langka 2 & 3 secara

perlahan-lahan. Hasil pengujian akan muncul pada layar *display* (lihat gambar 3.58



Gambar 3. 58 Hasil Pengujian Kekerasan (64,5) Terbaca pada Layar *Display*

j. Setelah semua pengujian selesai tekan tombol *switch off*.

Adapun foto kegiatan pengujian kekerasan yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada lampiran 3.

### 3.6 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data adalah prosedur atau pendekatan yang digunakan untuk mengolah, menginterpretasi, dan menyajikan data sehingga dapat diambil kesimpulan atau informasi yang bermanfaat. Tujuan utama dari teknik analisis data adalah untuk mendapatkan pemahaman yang lebih dalam tentang fenomena atau masalah yang diteliti berdasarkan data yang dikumpulkan.

Di CV. Berkat Batara Logam telah dilakukan penelitian eksperimental dengan *software Inspire Cast* untuk melihat fenomena-fenomena pengecoran sehingga dapat diketahui kemungkinan terjadinya cacat coran. Hasil prediksi dari simulasi kemudian dibandingkan dengan aktual cacat cor yang terjadi.

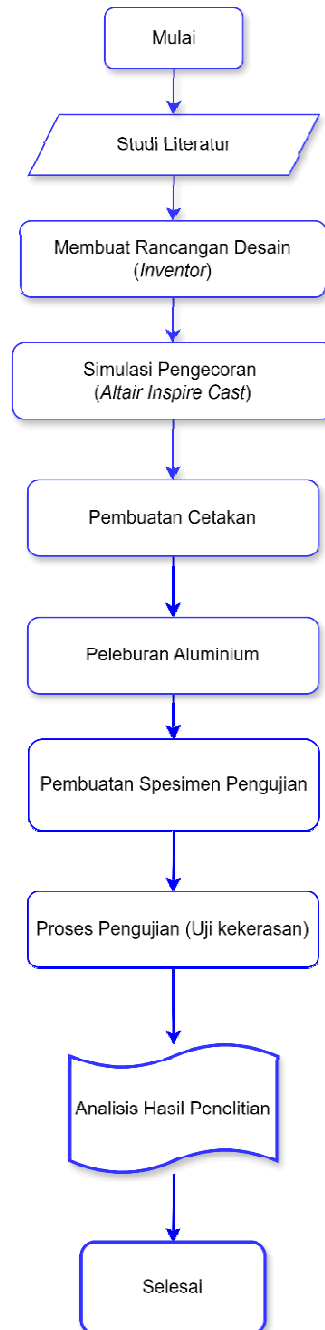
Data pengujian yang diperoleh akan diolah dan dianalisis dengan menggunakan metode analisis perbedaan. Teknik ini digunakan untuk



membandingkan kekerasan antara spesimen-spesimen yang berbeda dari produk yang sama. Melalui pendekatan metode ini kita dapat menilai bagian spesimen yang memiliki nilai kekerasan tertinggi maupun terendah.

Analisis yang dimaksud pada bagian ini ialah membandingkan produk hasil pengecoran dengan hasil simulasi yang telah dilakukan sebelumnya. Hal yang diamati seperti misalkan pada produk hasil pengecoran benar terdapat kecacatan yang telah diketahui sebelumnya pada simulasi.

### 3.7 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 59 Diagram Alir Penelitian

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Simulasi Pengecoran

Simulasi secara umum diartikan sebagai tiruan dari kenyataan. Dimaksudkan sebagai model yang menggambarkan suatu sistem yang nyata ada. Di dalam model ini dilakukan percobaan-percobaan kemudian diamati kelakuannya yang nantinya akan diterapkan pada sistem yang sebenarnya.

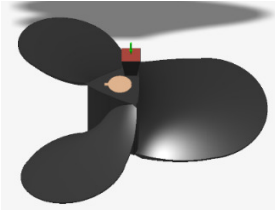
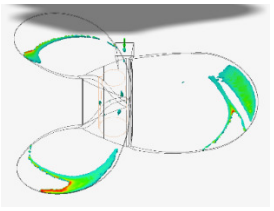
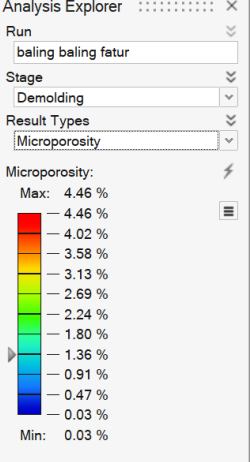
Salah satu *software* simulasi yang sering digunakan dalam peleburan logam yaitu *Inspire Cast*. *Software Inspire Cast* adalah alat analisis untuk pengujian virtual, validasi, koreksi dan pengoptimalan desain pengecoran.

Berikut ini adalah beberapa hasil simulasi dari pada *software inspire cast*:

#### ➤ *Microporosity*

*Microporosity* dalam konteks perangkat lunak *Inspire Cast* merujuk pada cacat pengecoran berupa pori-pori kecil yang terbentuk dalam material padat akibat gas yang terperangkap atau penyusutan yang terjadi selama proses pembekuan. *Microporosity* dapat mengurangi kekuatan mekanis dan integritas struktural produk akhir. Hasil simulasi untuk *microporosity* dapat dilihat pada tabel 4.1 di bawah ini

Tabel 4. 1 *Microporosity*

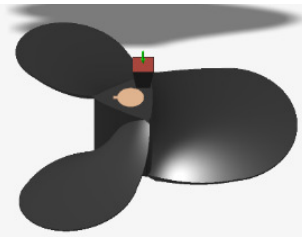
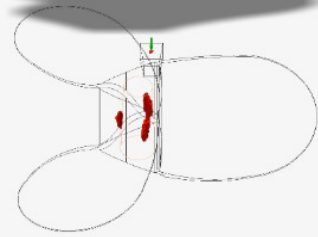
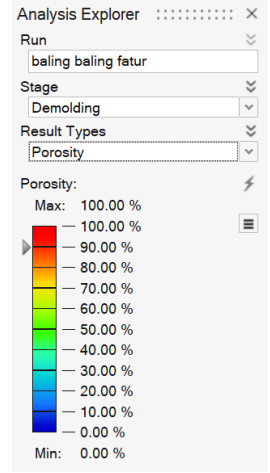
Sebelum Simulasi	Sesudah Simulasi	Persentase
		 <p>Analysis Explorer ..... x  Run  baling baling fatur  Stage  Demolding  Result Types  Microporosity  Microporosity:  Max: 4.46 %  4.46 %  4.02 %  3.58 %  3.13 %  2.69 %  2.24 %  1.80 %  1.36 %  0.91 %  0.47 %  0.03 %  Min: 0.03 %</p>

Seperti pada tabel diatas, terdapat perubahan warna/visualisasi sesudah dilakukan simulasi, didapatkan hasil dari tingkat *mikroporositas* pada produk cor dengan presentase 1,80% - 2,69% pada area tengah bilah, 3,13% - 4,46% pada area ujung bilah, dan 0,94% pada area pangkal bilah.

➤ *Porosity*

Porositas (*porosity*) merupakan cacat produk cor yang dapat menurunkan kualitas hasil coran. Salah satu penyebab terjadinya porositas pada penuangan aluminium adalah perbedaan suhu yang sangat tinggi antara cetakan dengan logam cair yang dituang. Proses pembekuan diawali pada bagian logam cair yang lebih dahulu mengenai dinding cetakan. Hal ini diakibatkan oleh suhu dinding cetakan yang sangat rendah dibandingkan dengan suhu logam cair. Pembekuan yang cepat dan proses pendinginan yang tidak merata mengakibatkan sejumlah gas terperangkap, sehingga terbentuk pori. Adapun hasil simulasi dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4. 2 *Porosity*

Awal Simulasi	Sesudah Simulasi	Persentase
		

Seperti pada tabel diatas, terdapat perubahan warna/visualisasi sesudah dilakukan simulasi, didapatkan hasil dari tingkat porositas pada produk cor dengan presentase 80% pada area *gate* dan 90% pada area pangkal. Hal ini sesuai dengan produk akhir propeller yang dimana pada produk propeller bagian yang paling banyak mengandung *porosity* terdapat pada bagian pangkal dan hal ini sesuai dengan tingkat persentase yang ditunjukkan oleh simulasi. Dan hal ini dapat diamati secara langsung pada produk, dapat dilihat pada gambar 4.1

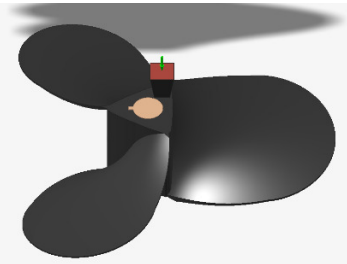
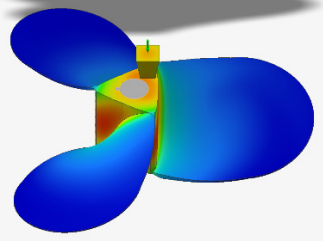
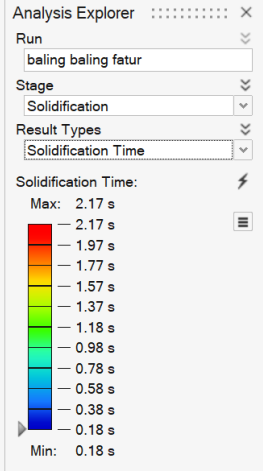


Gambar 4. 1 Cacat *porosity* pada produk

➤ *Solidification Time* (Waktu Pembekuan)

Waktu pembekuan dalam konteks perangkat lunak *Inspire Cast* mengacu pada durasi yang diperlukan agar bahan cair berubah menjadi padat selama proses pengecoran. Adapun hasil simulasi untuk *Solidification Time* dapat dilihat pada tabel 4.3

Tabel 4. 3 *Solidification Time*

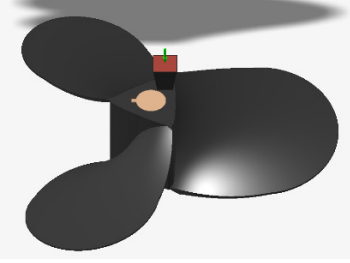
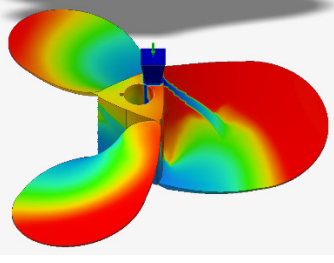
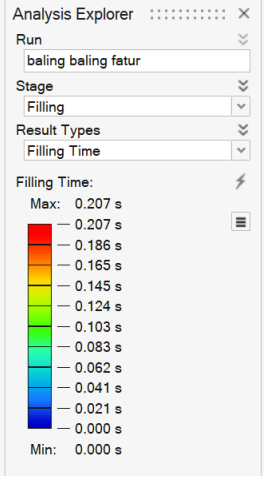
Awal Simulasi	Sesudah Simulasi	Persentase
		

Seperti pada tabel diatas, terdapat perubahan warna/visualisasi sesudah dilakukan simulasi, didapatkan waktu pembekuan pada pengecoran yaitu 0,18s Pembekuan yang lambat terdapat pada area gate dan pangkal bilah.

➤ *Filling Time* (Waktu Penuangan/Pengisian)

Waktu pengisian dalam konteks perangkat lunak *Inspire Cast* mengacu pada durasi yang diperlukan untuk mengisi cetakan dengan bahan cair selama proses pengecoran. Adapun hasil simulasi untuk *Filling Time* dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 4. 4 *Filling Time*

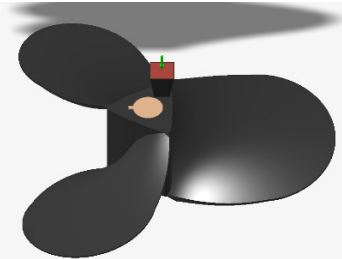
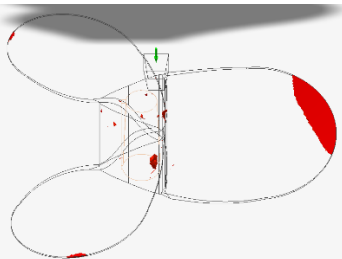
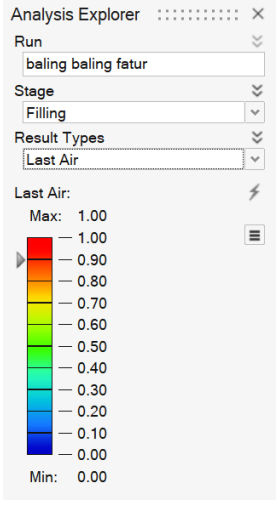
Awal Simulasi	Sesudah Simulasi	Persentase
		

Seperti pada tabel diatas, terdapat perubahan warna/visualisasi sesudah dilakukan simulasi, didapatkan waktu penuangan/waktu logam cair mengisi area benda cor pada pengecoran yaitu max. 0,207 s. Pada area pangkal bilah terlihat paling akhir pada saat logam cair mengisi area tersebut.

➤ *Last Air*

Udara terakhir dalam konteks perangkat lunak *Inspire Cast* mengacu pada posisi dan *volume* udara yang terperangkap dalam cetakan saat proses pengisian bahan cair berlangsung. Udara yang terperangkap ini dapat menyebabkan cacat pada produk akhir jika tidak dikelola dengan baik. Adapun hasil simulasi *Last Air* dapat dilihat pada tabel 4.5

Tabel 4. 5 *Last Air*

Awal Simulasi	Sesudah Simulasi	Persentase
		

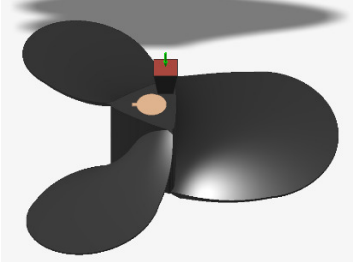
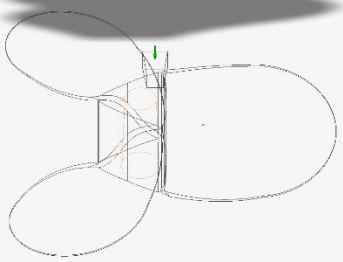
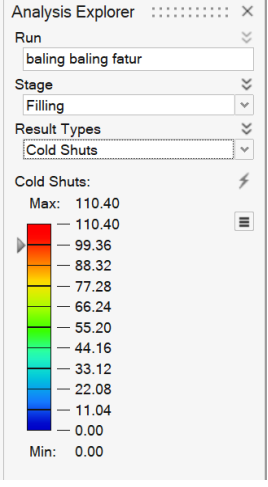
Seperti pada table diatas, terdapat perubahan warna/visualisasi sesudah dilakukan simulasi, didapatkan presentase udara yang terjebak pada pengecoran yaitu 0,90% terlihat pada area pangkal dan ujung bilah.

➤ *Cold Shuts*

*Cold shuts* dalam konteks perangkat lunak *Inspire Cast* merujuk pada cacat pengecoran yang terjadi ketika dua aliran bahan cair bertemu tetapi tidak menyatu dengan baik, mengakibatkan garis atau celah yang terlihat pada produk akhir. *Cold shuts* adalah indikasi dari pengisian yang tidak sempurna, sering kali disebabkan oleh suhu bahan cair yang terlalu rendah atau kecepatan pengisian yang tidak memadai. Adapun hasil simulasi *cold shuts* dapat dilihat pada tabel 4.6



Tabel 4. 6 *Cold Shuts*

Awal Simulasi	Sesudah Simulasi	Persentase
		

Seperti pada table diatas, terdapat perubahan warna/visualisasi sesudah dilakukan simulasi, didapatkan presentase *cold shuts* pada pengecoran. *Cold shuts* yaitu pembekuan logam secara *premature* atau cairan logam gagal mengalir bebas sehingga membentuk seperti adanya lipatan pada benda cor, terlihat pada area ujung bilah propeller.

## 4.2 Uji Kekerasan

Kekerasan adalah ketahanan suatu material terhadap desakan atau penetrasi dari material lain yang lebih keras. Nilai kekerasan suatu material didapatkan dari pengujian kekerasan dengan menggunakan salah satu dari ketiga metode dan nilai pengujian yang ada antara lain metode *Rockwell* (HRC/HRB), *Brinell* (HB), dan *Vickers* (HV).

Dalam penelitian kali ini metode yang digunakan untuk mendapatkan nilai kekerasan ialah dengan metode *Brinell* (HB). Dalam proses pengujian ini, penekanan dilakukan terhadap tiga bilah propeller. Yang dimana bagian bilah yang akan dilakukan penekanan yaitu bagian ujung (kode A,B,C), tengah (kode D,E,F), dan pangkal (kode G,H,I).

Adapun beberapa indikator yang digunakan dalam proses pengujian kekerasan di antaranya:

Dial Penetrator: *Ball* Ø 5 mm

Waktu (detik): 10 s

Beban / (Kgf): 62,5

Beban / (N): 613,2

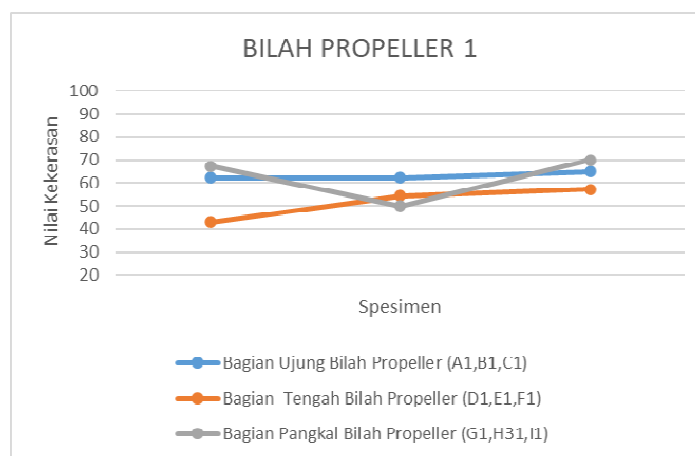
Data hasil pengujian nilai kekerasan spesimen dapat dilihat pada tabel berikut :

1. Hasil Pengujian pada Bilah Propeller 1 dapat dilihat pada tabel 4.7

Tabel 4. 7 Hasil Pengujian pada Bilah Propeller 1

Spesimen	Kekerasan (BHN)	Rata-Rata (BHN)
A1	62,2	63,1
B1	62,3	
C1	64,8	
D1	67,3	62,4
E1	50,0	
F1	69,9	
G1	42,9	51,4
H1	54,2	
I1	57,2	

Berdasarkan tabel hasil pengujian diatas diperoleh data hasil pengujian kekerasan, dimana bilah propeller 1 daerah yang memiliki nilai kekerasan paling tinggi terdapat pada ujung bilah dengan rata-rata 63,1 HB, nilai kekerasan tertinggi selanjutnya terdapat pada bagian pangkal bilah dengan nilai rata-rata sebesar 62,4 HB, Dan nilai kekerasan paling rendah pada baling-baling 1 terdapat pada bagian tengah bilah dengan nilai kekerasan sebesar 51,4 HB



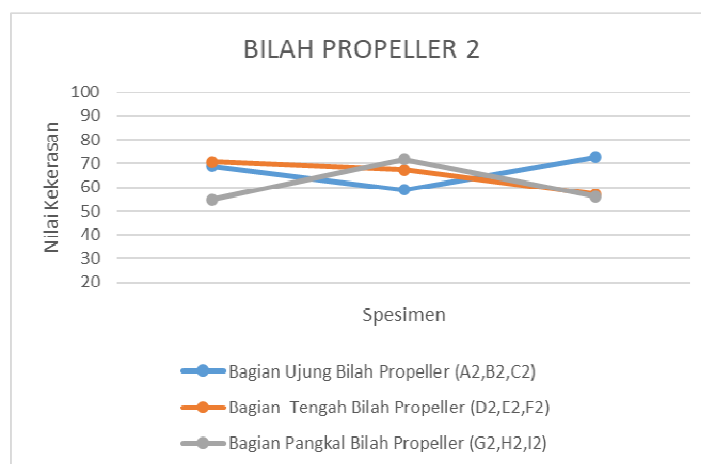
Gambar 4. 2 Diagram Hasil Pengujian Bilah Propeller 1

2. Hasil Pengujian pada Bilah Propeller 2 dapat dilihat pada tabel 4.8

Tabel 4. 8 Hasil Pengujian pada Bilah Propeller 2

Spesimen	Kekerasan (BHN)	Rata-Rata (BHN)
A2	68,7	66,7
B2	58,9	
C2	72,6	
D2	70,8	65,0
E2	67,3	
F2	56,9	
G2	54,8	60,9
H2	71,8	
I2	56,1	

Sementara pada bagian bilah propeller 2 yang memiliki nilai kekerasan tertinggi juga terdapat pada bagian ujung dengan rata-rata nilai kekerasannya sebesar 66,7 HB, selanjutnya pada bagian tengah memiliki nilai kekerasan dengan rata-rata 65,0 HB, dan tingkat kekerasan terendah terdapat pada bagian pangkal dengan rata-rata nilai kekerasan sebesar 60,9 HB.



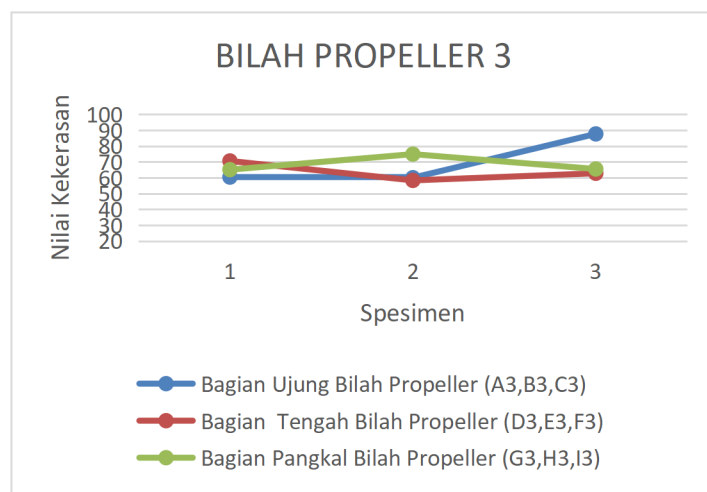
Gambar 4. 3 Diagram Hasil Pengujian Bilah Propeller 2

3. Hasil Pengujian pada Bilah Propeller 3 dapat dilihat pada tabel 4.9

Tabel 4. 9 Hasil Pengujian pada Bilah Propeller 3

Spesimen	Kekerasan (BHN)	Rata-Rata (BHN)
A3	60,4	69,3
B3	60,0	
C3	87,7	
D3	70,6	64,9
E3	58,3	
F3	62,8	
G3	65,1	60,9
H3	74,9	
I3	65,5	

Pada bagian bilah propeller 3 tingkat kekerasan tertinggi juga terdapat pada ujung dengan rata-rata nilai kekerasan sebesar 69,3 HB, nilai kekerasan selanjutnya terdapat pada bagian tengah dengan nilai rata-rata kekerasan sebesar 64,9 HB, dan tingkat kekerasan terendah pada bilah propeller 3 terdapat pada bagian pangkal dengan rata-rata nilai kekerasannya sebesar 60,9 HB.



Gambar 4. 4 Diagram Hasil Pengujian Bilah Propeller 3

### 4.3 Analisis Akhir

Dari hasil penelitian yang kami lakukan pada desain dan pembuatan propeller perahu nelayan dengan metode *sand casting* dapat disimpulkan antara lain:

1. Secara keseluruhan, kekerasan tertinggi selalu ditemukan pada ujung bilah propeller, sedangkan kekerasan terendah terdapat pada pangkal bilah propeller. Hal tersebut tersebut dapat ditemui pada hasil pengujian yang dimana bagian ujung bilah memiliki tingkat kekerasan paling tinggi pada bilah 1, 2, dan 3 dengan nilai rata-rata sebesar 66,3HB. Tingkat kekerasan tertinggi selanjutnya pada bagian tengah bilah propeller dengan nilai rata-rata sebesar 64,1HB dan bagian pangkal bilah propeller merupakan bagian yang memiliki tingkat kekerasan paling terendah dengan nilai rata-rata 57,7HB.
2. Secara keseluruhan, simulasi dengan *Software Altair Inspire Cast* memberikan visualisasi perubahan tingkat seperti *mikroporositas*, *porositas*, waktu pembekuan, waktu pengisian, udara terjebak, dan *cold shuts* yang membantu dalam menganalisis dan mengoptimalkan proses pengecoran logam.

- *Microporosity*

*Microporosity* dalam pengecoran logam adalah cacat yang berupa rongga-rongga kecil (mikro) yang terbentuk di dalam struktur logam saat logam tersebut membeku. Rongga-rongga ini biasanya terlalu kecil untuk dilihat dengan mata telanjang tetapi dapat mempengaruhi sifat mekanik dan integritas struktural dari material coran. Dari hasil simulasi pengecoran didapatkan area ujung bilah propeller memiliki tingkat mikroporositas

tertinggi dengan persentase 3,13%-4,46%. Dan area tengah dan pangkal bilah propeller memiliki tingkat porositas dengan persentase masing-masing sebesar 1,80%-2,69% dan 3,13%-4,46%. Area yang memiliki tingkat mikroporositas tertinggi menandakan area tersebut memiliki rongga-rongga kecil (mikro) yang lebih banyak. Adapun beberapa pemicu timbulnya mikroporositas pada produk propeller diantaranya penyusutan saat pembekuan: Selama pendinginan dan pembekuan, logam mengalami penyusutan. Jika penyusutan ini tidak sepenuhnya terkompensasi oleh aliran logam cair tambahan, rongga-rongga kecil dapat terbentuk di dalam material. pelepasan gas terlarut: Beberapa gas, seperti hidrogen dalam aluminium, dapat larut dalam logam cair. Saat logam membeku, kelarutan gas menurun, menyebabkan gas tersebut keluar dari larutan dan membentuk gelembung-gelembung kecil yang terjebak di dalam logam beku. solidifikasi non-homogen: Ketika pendinginan logam tidak merata atau terlalu cepat, beberapa bagian dari logam dapat mulai membeku lebih awal, menyebabkan area-area kecil di mana logam cair terperangkap dan kemudian membentuk porositas mikro saat membeku.

- *Porosity*

Porositas dalam pengecoran logam adalah cacat yang terjadi ketika rongga atau gelembung udara terbentuk di dalam atau di permukaan logam selama proses pengecoran. Rongga ini dapat berkisar dari ukuran yang sangat kecil (mikroporositas) hingga lebih besar dan terlihat dengan mata telanjang. Porositas dapat mempengaruhi kualitas, kekuatan, dan daya tahan

material coran, serta fungsionalitasnya dalam aplikasi tertentu. Dari hasil simulasi diperoleh hasil dari tingkat porositas pada produk cor. Ditunjukkan bahwa area yang memiliki tingkat porositas terdapat pada area *gate* dengan persentase 80 % dan pada area pangkal bilah dengan persentase 90%. Berbeda dengan area ujung dan tengah bilah terdeteksi tidak memiliki sepersen pun tingkat porositas. Karena bagian pangkal bilah merupakan area yang memiliki tingkat porositas maka dapat dipastikan bahwa pada area tersebut merupakan area yang paling besar mengalami kecacatan. Dan jenis cacat ini dapat dilihat secara langsung pada produk dan hal ini sesuai dengan hasil praktik proses pengecoran yang menunjukkan bahwa area yang paling banyak terdapat cacat porositas terdapat pada area pangkal bilah propeller.

- *Solidification Time*

Berdasarkan hasil simulasi *software* pengecoran menunjukkan waktu pembekuan yang dibutuhkan cairan lelehan logam untuk berubah menjadi padat yaitu 0,18 s. Pembekuan yang paling cepat terjadi pada bagian ujung bilah propeller. Sedangkan bagian yang lambat mengalami pemadatan terdapat pada area pangkal bilah propeller. Hal ini terjadi karena bagian yang paling cepat terisi penuh akan mengalami pemadatan terlebih dahulu. Waktu pembekuan yang lebih cepat biasanya menghasilkan butiran yang lebih halus dalam struktur mikro logam. Sebaliknya, waktu pembekuan yang lebih lambat cenderung menghasilkan butiran yang lebih kasar. Struktur butiran ini sangat mempengaruhi sifat mekanik logam seperti kekuatan dan ketangguhan. Waktu pembekuan juga mempengaruhi



penyusutan logam saat pendinginan. Pembekuan yang tidak seragam dapat menyebabkan distorsi dimensi atau bahkan retakan pada bagian tertentu dari produk coran karena perbedaan tingkat penyusutan antara bagian yang berbeda. Mengoptimalkan waktu pembekuan adalah salah satu aspek penting dalam proses desain dan simulasi pengecoran logam untuk memastikan produk akhir memiliki kualitas yang baik dan memenuhi spesifikasi yang diinginkan.

- *Filling Time*

Pada hasil simulasi *software* menunjukkan bahwa waktu pengisian yang dibutuhkan untuk mengisi cetakan yaitu maksimal 0,207 s. Pada hasil simulasi menunjukkan area pangkal bilah propeller merupakan yang paling akhir terisi. Jika waktu pengisian terlalu lama, logam cair dapat mulai mendingin dan membeku sebelum cetakan terisi penuh, yang bisa menyebabkan terjadinya cacat. Pengisian yang terlalu cepat bisa memerangkap udara atau gas dalam logam cair, menghasilkan porositas yang mempengaruhi kekuatan dan integritas struktural dari coran. Pengisian yang lambat dan terkontrol memungkinkan logam cair mengisi cetakan dengan lebih seragam, mengurangi risiko pembentukan cacat seperti segregasi atau pembekuan dini di beberapa bagian cetakan. Pengisian yang terlalu cepat bisa menyebabkan turbulensi yang dapat menghasilkan cacat seperti inklusi non-logam atau permukaan yang kasar. Waktu pengisian yang optimal membantu menghasilkan kualitas permukaan yang baik. Pengisian yang terlalu lambat bisa menyebabkan lapisan logam cair

mengalami oksidasi, menghasilkan permukaan yang kasar atau lapisan oksida yang bisa mempengaruhi tampilan dan sifat permukaan produk coran. Pengisian yang terlalu cepat dapat menyebabkan logam cair memercik, menghasilkan permukaan yang tidak merata dan berpotensi meningkatkan jumlah cacat permukaan. Waktu pengisian yang dikendalikan dengan baik membantu memastikan keseragaman suhu dalam logam cair selama pengisian, yang penting untuk mendapatkan struktur mikro yang seragam setelah pembekuan. Keseragaman ini berpengaruh pada sifat mekanik produk coran. Mengontrol waktu pengisian adalah kunci dalam proses pengecoran untuk memastikan bahwa produk akhir bebas dari cacat dan memiliki sifat-sifat yang diinginkan, baik dari segi struktural maupun estetika.

- *Last Air*

"*Last air*" dalam konteks pengecoran logam biasanya merujuk pada udara atau gas yang terperangkap dalam cetakan ketika logam cair dituangkan. Udara yang terperangkap ini sering kali terjebak di bagian atas atau di dalam rongga cetakan selama proses pengisian. Udara ini adalah yang terakhir kali terjebak, dan karena itu disebut "*last air*." Adanya "*last air*" dapat menyebabkan beberapa masalah dalam pengecoran, seperti:

Porositas Gas: Udara yang terperangkap dapat menyebabkan pembentukan rongga-rongga kecil atau gelembung udara di dalam logam yang membeku, yang dikenal sebagai porositas gas. Ini dapat mengurangi kekuatan dan kualitas coran. Cacat Permukaan: Udara terperangkap juga bisa

menyebabkan cacat permukaan seperti blowholes atau lubang-lubang kecil di permukaan coran. Kegagalan Material: Jika gelembung udara atau gas terperangkap dalam area kritis, ini dapat menyebabkan kegagalan material di bawah beban atau tekanan. Berdasarkan hasil simulasi *software* menunjukkan persentase udara terjebak sebesar 0,90 % terdapat pada area pangkal dan ujung bilah propeller.

- *Cold Shuts*

*Cold shuts* dalam pengecoran adalah cacat yang terjadi ketika dua aliran logam cair yang mengalir dari dua arah berbeda tidak menyatu dengan sempurna selama proses pengecoran. Akibatnya, terbentuk celah atau lapisan yang tidak terfusi sepenuhnya di dalam coran, yang dapat melemahkan struktur komponen dan berpotensi menyebabkan keretakan atau kegagalan material di bawah beban. Adapun penyebab terjadinya *cold shuts* yaitu suhu logam cair terlalu rendah. Jika suhu logam cair terlalu rendah, logam akan mulai membeku sebelum aliran-aliran logam bertemu, sehingga menyulitkan mereka untuk menyatu dengan baik. Selanjutnya kecepatan pengisian terlalu rendah. Aliran logam cair yang bergerak terlalu lambat bisa kehilangan panas dan membeku sebelum waktu yang cukup untuk menyatu dengan aliran lainnya. Penyebab lainnya yaitu desain cetakan yang kurang tepat. Desain saluran pengisian yang buruk bisa menyebabkan aliran logam cair terpisah atau bercabang menjadi beberapa aliran kecil yang kemudian sulit menyatu kembali. Sebagaimana pada hasil simulasi pengecoran menunjukkan bahwa pada produk tidak terdapat area yang

mengalami *cold shuts* atau dengan kata lain lelehan cairan logam menyatu dengan sempurna selama proses pengecoran.

Sebagaimana terdapat pada hasil pengujian dan hasil simulasi terjadi kesesuaian antara hasil dari pengujian dengan hasil visualisasi pada *software*. Dimana hasil pengujian didapatkan tingkat kekerasan tertinggi terdapat pada ujung bilah dengan nilai rata-rata sebesar 66,3HB sedangkan area pangkal bilah propeller merupakan bagian yang memiliki tingkat kekerasan paling terendah dengan nilai rata-rata 57,7HB data tersebut dihasilkan pada pengujian kekerasan. Sedangkan jika ingin dihubungkan pada simulasi kenapa terjadi nilai kekerasan tertinggi terletak pada bagian area ujung bilah propeller dan nilai kekerasan terendah terletak pada area pangkal bilah yang dikarenakan *solidification time* (waktu pembekuan) hal ini sesuai dengan data yang ada pada hasil simulasi seperti pada bagian *Solidification Time* (Waktu Pembekuan) dapat dilihat pada table 4.3, terdapat perubahan warna/visualisasi sesudah dilakukan simulasi, didapatkan waktu pembekuan pada pengecoran yaitu 0,18s waktu minimal pembekuan yang tercepat terdapat pada area ujung bilah dan 2,17s waktu maksimal pembekuan terdapat pada area pangkal bilah propeller. Maka area ujung bilah merupakan bagian yang paling tertinggi pada nilai kekerasan dikarenakan waktu pembekuan yang begitu cepat dibandingkan dengan area pangkal bilah memiliki tingkat kekerasan terendah yang dikarenakan waktu pembekuan yang paling lama.

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1 Kesimpulan**

Setelah melalui serangkaian proses pengecoran mulai dari desain dan simulasi produk propeller, hingga pembuatan produk propeller. Dari hasil simulasi yang coba disandingkan dengan hasil pengujian menunjukkan bahwasannya adanya kesesuaian antara hasil simulasi dan hasil pengujian spesimen. Jadi dapat disimpulkan bahwa simulasi dengan menggunakan *Software Altair Inspire Cast* benar-benar dapat membantu untuk mengidentifikasi dan mengetahui jenis-jenis cacat yang kemungkinan akan timbul pada produk akhir pengecoran.

### **5.2 Saran**

1. Disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan dengan variasi variabel yang lain.
2. Disarankan untuk lebih mengoptimalkan *software* simulasi *Altair Inspire Cast* agar didapatkan hasil yang lebih maksimal.
3. Disarankan untuk lebih memahami jenis-jenis cacat coran lebih mendalam.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adianta, A. W., Suprianto, S., Daely, A., & Bangun, M. F. (2018). *Studi Fluiditas dan Karakteristik Aliran pada Pengecoran Al-Si Alloy Menggunakan Simulasi Numerik. Talenta Conference Series: Energy and Engineering (EE)*, 1(1), 007–012. <https://doi.org/10.32734/ee.v1i1.102>
- Alfauzan, M. I. (2021). *Ta: Analisis Proses Pengecoran Motor R Short Menggunakan Aplikasi Procast*. <http://eprints.itenas.ac.id/1491/2/05.pdf>
- Ambo, A. (2021). *Peranan Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Dalam Pengembangan Usaha Rumah Makan di Kelurahan Lappa Kecamatan Sinjai Utara Kabupaten Sinjai. Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Arifin, A., Gunawan, G., Thamrin, I., & Machrus, M. (2019). *Optimasi Desain Sistem Saluran Pada Pengecoran Propeller Kapal Menggunakan Metode Taguchi. FLYWHEEL : Jurnal Teknik Mesin Untirta*, V(1), 98. <https://doi.org/10.36055/fwl.v0i0.5449>
- Kurniawan, D. Y., Sumarji., Kristianta. (2014). *Simulasi Perancangan Saluran Tuang Pada pembuatan Pipe Reducer Ø 12'' Ke Ø 10'' Fc25 Dengan Perangkat Lunak Solidcast. Unej Jurnal*, I(2), 1–5.
- Endramawan, T., Sifa, A., Dionisius, F., & Purnomo, A. (2019). *Pengujian Mutu Baling-Baling Kapal Perahu Nelayan Tradisional Indramayu. 10th Industrial Research Workshop and National Seminar (IRWNS)*, 581–584.

- Fachrie, Y., Mesin, J. T., Industri, F. T., & Pendahuluan, I. (2015). *Brajawahana dengan Pengecoran Pasir*. *Jurnal Teknik Its*, 4(1), 1–5.
- Hanifa R., Nur Hudha, W. K. (2019). *Jurnal Pengabdian Masyarakat Teknik*. 1(2), 30–36.
- Simanjuntak, J. G., Sitindaon, P., Pardosi, H., Kusumawaty, D. (2018). *Perencanaan Sistem Saluran Dan Penambah Untuk Mengurangi Cacat Produk Coran Komponen Peralatan Pabrik*. *Bitkom Research*, 63(2), 1–3[http://forschungsunion.de/pdf/industrie\\_4\\_0\\_umsetzungsempfehlungen.pdf](http://forschungsunion.de/pdf/industrie_4_0_umsetzungsempfehlungen.pdf)[https://www.dfki.de/fileadmin/user\\_upload/import/9744\\_17101-KI\\_Gipfelpapier\\_online.pdf](https://www.dfki.de/fileadmin/user_upload/import/9744_17101-KI_Gipfelpapier_online.pdf)[https://www.bitkom.org/sites/default/files/pdf/Presse/Anhaenge-an-PIs/2018/180607 -Bitkom](https://www.bitkom.org/sites/default/files/pdf/Presse/Anhaenge-an-PIs/2018/180607-Bitkom)
- Junaidy, I., Karim, A., Umar, K., & Asri, S. (2020). *Analisa Cacat Coran Pembuatan Propeller Dengan Metode Sand Casting*. *Dinamika Jurnal Teknik Mesin Unkhair*, 5(1), 1–5.
- Khamda Herbandono. (2011). *Perancangan Dan Simulasi Pengecoran Pada Pembuatan Casing Turbin Uap Direct Condensing 3,5 Mw*.
- Kodri, K. H. U., Malik, I., & Effendi, S. (2022). *Desain pengecoran berbasis cae pada propeller tiga bilah untuk perahu kecil*. *MACHINERY: Jurnal Teknologi ...*, 3(1), 916. <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/machinery/article/view/4583>
- Perwira, E. J. (2022). “*Perancangan Gating System Pada Fender Melalui Pengecoran Pasir (Sand Casting)*.” 1–40.

- Pratika, D., Rasyid, A., & Irfa'i, A. (2021). *Perbandingan Metode Sand Casting Dengan Metode Centrifugal Casting Terhadap Kekuatan Bending Dan Porositas Paduan Aluminium Silikon Irbahurrofi ' Dhatu Pratika Akhmad Hafizh Ainur Rasyid Mochammad Arif Irfa ' i Abstrak. Jtm, 09, 65–70.*
- Putera, A. K., Suprihanto, A., & Umardani, Y. (2022). *Perancangan Dan Pembuatan Propeller Perahu Nelayan Dengan Metode Investment Casting Pola Lilin Dan Cetakan Pasir. Jmpm (Jurnal Material Dan Proses Manufaktur), 5(2), 100–113. <https://doi.org/10.18196/jmpm.v5i2.11774>*
- Qohar, A., Ketut, I., Sugita, G., & Lokantara, P. (2017). *Pengaruh Permeabilitas dan Temperatur Tuang Terhadap Cacat dan Densitas Hasil Pengecoran Aluminium Silikon (Al-Si) Menggunakan Sand Casting. Jurnal Ilmiah Teknik Desain Mekanika, 6(1), 1–6.*
- Saputra. (2018). *Analisis Kekerasan Coran Aluminium dengan Variasi Besar Butir Pasir Cetak. Teknik Mesin" Teknologi", 18(1 Apr), 1–6.*
- Suranto, P. J., & Sudjasta, B. (2018). *Perahu Nelayan Menggunakan Jerigen Plastik Bekas Untuk Meningkatkan Kesejahteraan Nelayan. Bina Teknika, 14(2), 193. <https://doi.org/10.54378/bt.v14i2.364>*
- Yusup, M., & Purbawati. (2022). *Analisis Cacat Coran Pada Sand Casting Produk Clamp Saddle. Jurna; Ilmiah Teknik Mesin, Elektro, Dan Komputer, 2(2).*



**L**

**A**

**M**

**P**

**I**

**R**

**A**

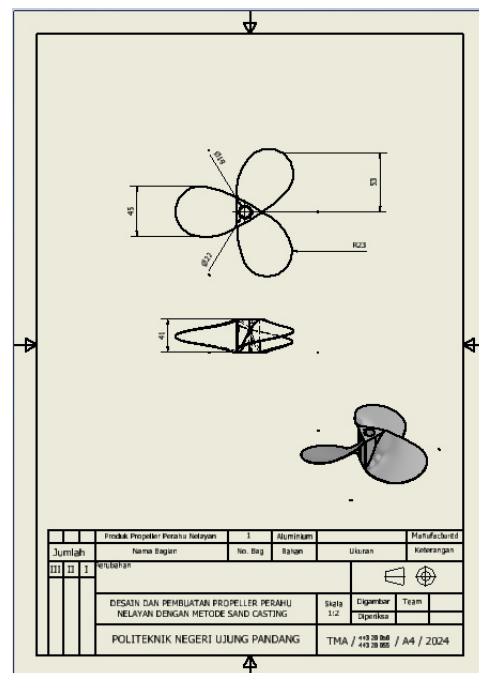
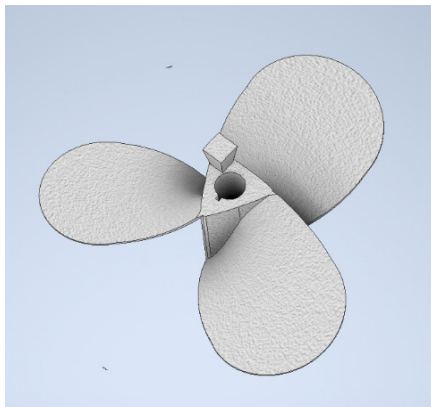
**N**

## Lampiran 1. Gambar Produk dan Desain Propeller

- Gambar Produk Propeller



- Desain Produk Propeller



## Lampiran 2. Alat dan Bahan

- Alat yang digunakan



1. Tungku Peleburan



2. *Crucible*



3. *Blower*



4. Rangka Cetakan



5. Resin



6. *Gate*



7. Ragum



8. Mesin Poles/Amplas



9. Gerinda Tangan



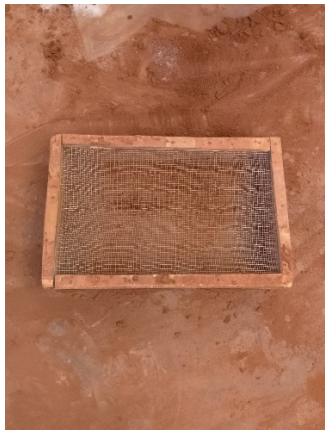
10. *Ladle*



11. Penumbuk



12. Mistar



13. Penyaring



14. Sekop



15. Cangkul



16. Gergaji Besi



17. Mesin Bor



18. Mesin Kompresor





19. Sarung Tangan



20. Jangka Sorong



21. Mesin *Affri Hardness Tester*



22. Mesin Amplas



23. Pengukur Temperatur *Infrared*

- **Bahan yang digunakan**



1. Tanah Khusus



2. Aluminium Bekas



3. Kertas Amplas



4. Autosol Metal Polish

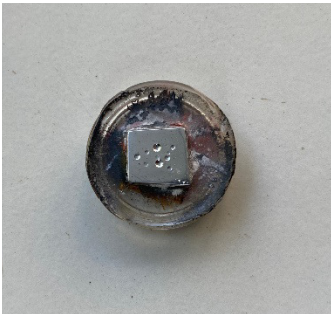


5. Bedak

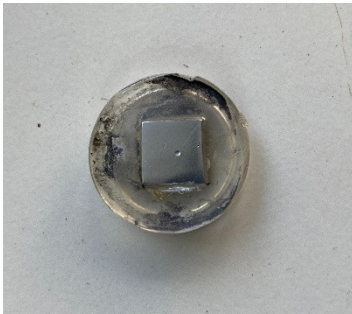


6. Resin + hardener

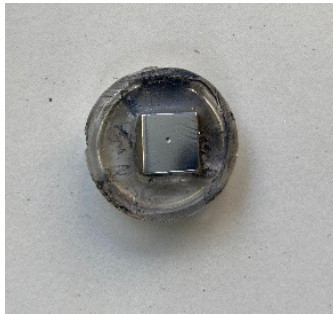
**Lampiran 3. Spesimen Pengujian**



A1



A2



A3



B1



B2



B3



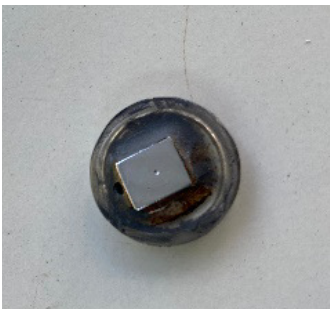
C1



C2



C3



D1

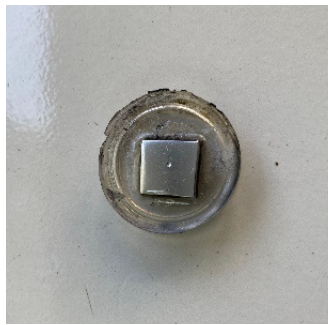


D2

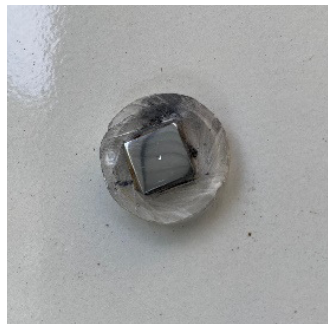


D3





E1



E2



E3



F1



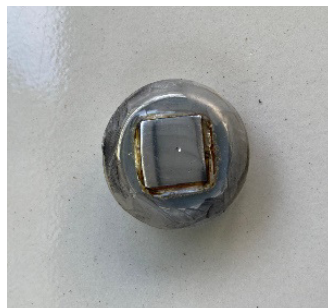
F2



F3



G1



G2



G3



H1



H2



H3





I1



I2



I3

#### Lampiran 4. Kegiatan Pengujian Kekerasan



1. Peralatan Pengujian Kekerasan



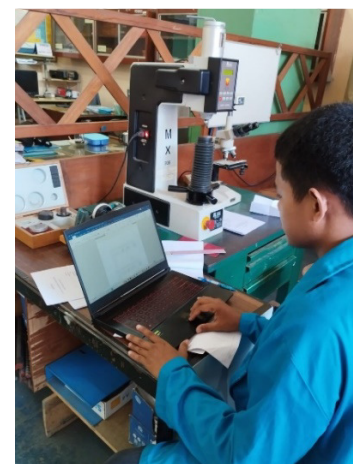
2. Proses Penyettingan Beban



3. Pemasangan penetrator ball 2,5mm



4. Pemasangan Landasan



5. Pengambilan Data



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI

POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

Jalan Perintis Kemerdekaan KM. 10, Makassar 90245

Telpon: (0411)-585365, 58367, 585368; Faksimili: (0411)-586043

E-mail: [pnup@poliupg.ac.id](mailto:pnup@poliupg.ac.id) Home page: <http://www.poliupg.ac.id>

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI

Nama Mahasiswa 1. Fatur Rahman Al Ghozi (443 20 050)

2. Muh Syahril BJ (443 20 055)

Judul Skripsi : "Desain dan Pembuatan Propeller Perahu Nelayan dengan Metode Sand Casting"

No.	Hari/Tanggal	Uraian Revisi	Paraf
1	Senin, 22 - 7 - 2024	Perbaikan penulisan seminar proposal	
2	Jumat, 26 - 7 - 2024	Perbaikan rumusan masalah	
3	Selasa, 30 - 7 - 2024	Perbaikan tujuan penelitian	
4	Jumat, 2 - 8 - 2024	Penambahan grafik	
5	Senin, 5 - 8 - 2024	Perbaikan bab 5 kesimpulan dan saran	
6	Rabu, 7 - 8 - 2024	Penambahan dokumentasi proses kegiatan	
7	Jumat, 9 - 8 - 2024	Perbaikan tabel pada bab 4	
8	Senin, 12 - 8 - 2024	Ace	

Makassar, 2 Agustus 2024

Dr. Ir. Syaharuddin Rasyid, M.T.  
NIP: 19680105 199403 1 001





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI

POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

Jalan Perintis Kemerdekaan KM. 10, Makassar 90245

Telpon: (0411)-585365, 58367, 585368; Faksimili: (0411)-586043

E-mail: [pnup@poliupg.ac.id](mailto:pnup@poliupg.ac.id) Home page: <http://www.poliupg.ac.id>

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI

Nama Mahasiswa 1. Fatur Rahman Al Ghazi (443 20 050)

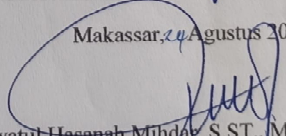
2. Muh Syahril BJ (443 20 055)

Judul Skripsi : "Desain dan Pembuatan Propeller Perahu Nelayan dengan

Metode Sand Casting"

No.	Hari/Tanggal	Uraian Revisi	Paraf
1.	<del>Revisi penulisan</del> 12 - Juli 24	Perbaikan penulisan	H
2.	19 - Juli 24	Memperjelas ruang lingkup penelitian	H
3.	22 Juli 24	Penambahan kutipan pada bab 2	H
4.	25 - Juli 24	Prosedur penelitian harus sesuai dengan diagram alir	H
5.	29 - Juli 24	Penambahan gambar produk pada bab 4	H
6.	2 - Agustus - 24	Penambahan grafik dan perbaikan tabel pada bab 4	H
7.	5 - Agustus - 24	Perbaiki pembahasan (harus jelas)	H
8.	8 - Agustus - 24	Perengkap daftar pustaka	H
9.	10 - Agustus 24	Lengkap lampiran,	H

Makassar, 24 Agustus 2024

  
Uswatul Hasanah Mindaq, S.ST., M.T.

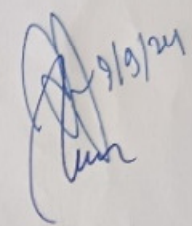
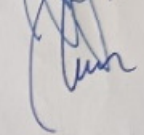

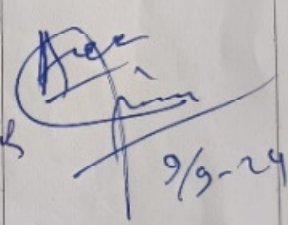
NIP: 19960801 202203 2

023

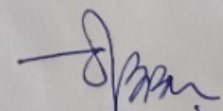
## LEMBAR REVISI JUDUL PROYEK / TUGAS AKHIR

NAMA MAHASISWA : Fatur Rahman Al Ghozi/Muh. Syahril BJ.  
 STAMBUK : 4432005744320055/

Catatan Penguji :

No	Nama	Uraian	Tanda Tangan
1.	Arman	- Penulisan → tulislah laporan - Ringkas - Uraian yang sudah	 9/9/24
2.	Baso	- Hitah Bilah / Daun - Jelaskan Calat <sup>2</sup> pd proses Urepon	
3.	Abram T	Tambah uji lais klat uji kekerasan.	
4.	Muhammad	- Tujuan ditombak keperluan - Sifat kekerasan dirigit	 9/9-24

Makassar, 30 Agustus 2024  
 Ketua / Sekretaris Penguji,

  
 Abram Taher, S.T.M.T

Catatan: Jika ada perubahan Judul Tugas Akhir konfirmasi secepatnya ke bagian Akademik.