

**TUGAS AKHIR**

**PERBANDINGAN LAJU PENDINGINAN BESI COR KELABU  
PADA CETAKAN PASIR ANTARA SIMULASI *SOLIDCAST*  
DAN EKSPERIMEN**



Disusun sebagai syarat menyelesaikan Studi Strata Satu pada  
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun Oleh:

**RYAN CHOLIF NUR ABSHOR**

D200.160.095

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2021**

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir dengan judul **"PERBANDINGAN LAJU PENDINGINAN BESI COR KELABU PADA CETAKAN PASIR ANTARA SIMULASI *SOLIDCAST* DAN EKSPERIMEN"** yang dibuat untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. Sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang telah dipublikasikan dan pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali sebagian sumber informasinya saya catumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 10 Mei 2021

Yang Menyatakan,



Ryan Choff Nur Abshor

## HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir "**PERBANDINGAN LAJU PENDINGINAN BESI COR KELABU PADA CETAKAN PASIR ANTARA SIMULASI *SOLIDCAST* DAN EKSPERIMEN**" telah disetujui oleh pembimbing tugas akhir untuk dipertahankan didepan dewan penguji sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata satu pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **Ryan Cholif Nur Abshor**

NIM : **D200160095**

Disetujui pada :

Hari :

Tanggal : 10 Mei 2021

Pembimbing Tugas Akhir



**Agus Yulianto, S.T., M.T.**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir berjudul "**PERBANDINGAN LAJU PENDINGINAN BESI COR KELABU PADA CETAKAN PASIR ANTARA SIMULASI *SOLIDCAST* DAN EKSPERIMEN**" telah dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan dinyatakan sah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana strata satu pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universeitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **RYAN CHOLIF NUR ABSHOR**

NIM : **D200160095**

Disah pada :

Hari :

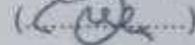
Tanggal : **24 Juli 2021**

Dewan Penguji :

Ketua : Agus Yulianto, S.T., M.T.

Anggota 1 : Patna Partono., S.T., M.T.

Anggota 2 : Joko Sedyono, ST., M.Eng., Ph.D

()  
()  
()

Ketua Jurusan Teknik Mesin  
  
  
**It. H. Suprpto, MT**

## **MOTTO**

“Selesaikan apa yang telah kamu mulai.”

(Ryan Cholif)

“Barang siapa menempuh jalan untuk mendapatkan ilmu, Allah akan memudahkan baginya jalan menuju surga.”

(HR. Muslim)

“Allah akan meninggikan derajat orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-orang yang berilmu pengetahuan”.

(Q.S. Al-Mujadalah : 11)



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Jl. A.Yani, Pabelan, Kartasura, Tromol Pos I Telp. (0271) 717417 ext. 222

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

Berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta Nomor 129/II/2020 Tanggal 10 September 2020 tentang Pembimbing Tugas Akhir dengan ini :

Nama : Agus Yulianto, S.T., M.T.

Pangkat/Jabatan : Lektor

Kedudukan : Pembimbing Utama

Memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :

Nama : Ryan Cholif Nur Abshor

Nomor Induk : D200160095

Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir

Judul/Topik : Perbandingan Laju Pendinginan Besi Cor Kelabu pada Cetakan Pasir antara Simulasi *SolidCast* dan Eksperimen

Rincian Soal/Tugas : Meneliti Laju Pendinginan pada Simulasi *SolidCast* dan Eksperimen pada Cetakan Pasir

Demikian Soal Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 05 November 2020

Pembimbing

Agus Yulianto, S.T., M.T.

Keterangan:

Dibuat rangkap 3 (tiga)

1. Untuk Kajur (Koordinator TA)
2. Untuk Pembimbing Tugas Akhir
3. Untuk Mahasiswa

## **PERSEMBAHAN**

Sebagai ungkapan rasa syukur dan terimakasih, dengan kerendahan hati Tugas Akhir ini persembahkan kepada :

1. Kedua orang tua tercinta yang telah mencurahkan kasih sayang, cinta, tenaga, dukungan dan do'a yang tulus untuk keberhasilan ananda. Hanya do'a dan ucapan terimakasih yang bisa ananda berikan. Ananda berjanji suatu hari nanti akan membuat bangga ibu dan bapak.
2. Adik dan kakak yang telah memberi dukungan dan do'a yang tulus untuk keberhasilan ananda.
3. Agus Yulianto, S.T., M.T. selaku pembimbing yang telah memberikan pengarahan, bimbingan dan saran sehingga Tugas akhir ini dapat terselesaikan.
4. Teman-temanku Teknik Mesin Angkatan 2016 yang tidak bisa saya sebut satu persatu, terimakasih atas bantuan dan kebaikan kalian, saya tidak bisa membalas apa-apa, semoga Allah swt yang membalasnya, Aamiin.

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.*

Syukur Alhamdulillah, penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas dan rahmat-Nya sehingga penyusunan laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan.

Tugas akhir berjudul “Laju Pendinginan Besi Cor Kelabu pada Cetakan Pasir dari Simulasi SolidCast dan Eksperimen” dapat diselesaikan dengan baik atas dukungan dari beberapa pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis dengan segala ketulusan dan keikhlasan hati ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

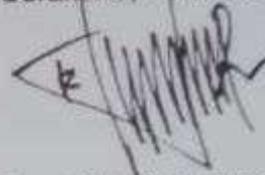
1. Bapak Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D., IPM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. Subroto, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. Sunardi Wiyono, M.T., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
4. Bapak Agus Yulianto, S.T., M.T. yang telah mengarahkan, membantu, dan membimbing selama pengerjaan tugas akhir ini.
5. Jajaran staff dan dosen di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, atas segala ilmu yang diberikan selama penulis menempuh studi perkuliahan.
6. Keluarga tercinta, terutama bapak dan ibu yang sangat berharga yang senantiasa memberikan bimbingan dan arahan kepada ananda.
7. Teman-teman seperjuangan tugas akhir. Tetap berjuang, perjalanan kita masih panjang kawan.
8. Teman-teman Teknik Mesin angkatan 2016 yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Semoga Allah senantiasa memberikan kemudahan dalam setiap amalan kita.

8. Khusnul Khotimah terimakasih banyak ku ucapkan telah menjadsupport system terbaik setelah keluarga

Penulis berharap laporan ini bisa bermanfaat bagi yang membaca, dan atas segala kekurangan yang ada pada laporan ini penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya. Penulis berharap ada kritik dan saran yang bersifat membangun dari segala pihak. Sekali lagi penulis ucapkan terimakasih.

*Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Surakarta, 10 Mei 2021



Ryan Cholif Nur Abshor

## PERBANDINGAN LAJU PENDINGINAN BESI COR KELABU PADA CETAKAN PASIR ANTARA SIMULASI SOLIDCAST DAN EKSPERIMEN

**Ryan Cholif Nur Abshor, Agus Yulianto, S.T., M.T.**  
Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura  
E-mail : [ryancholif28@gmail.com](mailto:ryancholif28@gmail.com)

### **Abstrak**

Pengecoran adalah proses menghasilkan logam menjadi bentuk yang ditentukan dengan cara melebur logam padat menjadi bentuk cair, menuangkannya ke dalam cetakan dan membiarkannya mengeras sesuai bentuk yang diinginkan. Pada penelitian menggunakan proses sand casting dan simulasi menggunakan *software SolidCast* dengan material FC25. Hasil uji kekerasan pada bagian atas sebesar 123,826 HV, bagian tengah sebesar 168,847 HV, dan bagian bawah sebesar 132,6 HV. Temperatur tertinggi pada pengecoran memiliki nilai masing-masing yaitu, T1 sebesar 1023,75 °C, T2 sebesar 1023,75 °C, T3 sebesar 1023,75 °C, dan hasil simulasi Ts sebesar 1032 °C. Proses penurunan temperatur dihitung hingga 80 menit dengan temperatur masing-masing yaitu, T1 sebesar 370,75 °C tetap menjadi penurunan suhu yang tertinggi, T2 sebesar 362,75 °C, T3 sebesar 330,25 °C dan hasil simulasi Ts sebesar 302 °C.

**Kata Kunci:**Laju Pendinginan, Cetakan pasir, *SolidCast*

# **COMPARISON COOLING RATE OF GRAY IRON ON SAND MOLD BETWEEN SOLIDCAST SIMULATION AND EXPERIMENT**

**Ryan Cholif Nur Abshor, Agus Yulianto, S.T., M.T.**  
*Mechanical Engineering Muhammadiyah University of Surakarta*  
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura  
E-mail : [ryancholif28@gmail.com](mailto:ryancholif28@gmail.com)

## **Abstract**

*Casting is the process of producing metal into a specified shape by melting solid metal into a liquid form, pouring it into a mold and allowing it to harden to the desired shape. In this research, using sand casting process and simulation using SolidCast software with FC25 material. The results of the hardness test at the top is 123.826 HV, the middle part is 168.847 HV, and the bottom part is 132.6 HV. The highest temperature at casting has their respective values, namely, T1 of 1023.75 °C, T2 of 1023.75 °C, T3 of 1023.75 °C, and the simulation results of Ts of 1032 °C. The process of reducing the temperature is calculated up to 80 minutes with each temperature, namely, T1 of 370.75 °C remains the highest temperature drop, T2 is 362.75 °C, T3 is 330.25 °C and the simulation result of Ts is 302°C.*

**Keywords:** *Cooling rate, Sand casting, SolidCast*

## DAFTAR ISI

HALAMAN DEPAN .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
MOTTO .....	v
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR .....	vi
PERSEMBAHAN .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
Abstrak.....	x
Abstract.....	xi
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI</b>	
2.1 Tinjauan Pustaka .....	4
2.2 Dasar Teori.....	5
2.2.1 Besi Cor .....	5
2.2.1.1 Besi Cor Kelabu.....	6
2.2.1.2 Besi cor putih.....	7
2.2.1.3 Besi Cor Mampu Tempa.....	7
2.2.1.4 Besi Cor Nodular .....	7
2.2.2 Komposisi Besi Cor.....	8

2.2.3	Paduan Besi Cor .....	8
2.2.4	Pengaruh Kandungan Kimia Besi Cor.....	9
2.2.4.1	Mangan (Mn) .....	9
2.2.4.2	Silikon (Si).....	10
2.2.4.3	Karbon (C ) .....	10
2.2.4.4	Fosfor (p).....	11
2.2.4.5	Tembaga (cu) .....	11
2.2.5	Diagram Fasa Besi Karbon .....	11
2.2.6	Pengecoran.....	13
2.2.6.1	<i>Sand Casting</i> .....	14
2.2.6.2	<i>Die Casting</i> .....	17
2.2.6.3	<i>Centifugal Casting</i> .....	17
2.2.6.4	<i>Investment Casting</i> .....	17
2.2.7	Uji Struktur Mikro.....	18
2.2.8	<i>SolidWorks</i> .....	18
2.2.9	<i>SolidCast</i> .....	19

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Metodologi Penelitian.....	20
3.2	Tempat Penelitian.....	21
3.3	Alat Bahan dan Proses .....	21
3.3.1	Alat.....	21
3.3.2	Bahan.....	26
3.3.3	Solid Work.....	27
3.3.4	<i>SolidCast</i> .....	29
3.3.5	Proses <i>Sand Casting</i> .....	29
3.3.6	Proses Peleburan dan Penuangan Pada <i>Sand Casting</i> .....	30
3.3.7	<i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i> .....	31

### BAB IV HASIL DAN ANALISA PEMBAHASAN

4.1	Hasil Pengecoran dengan Cetakan Pasir .....	32
4.1.1	Pengujian Struktur Mikro .....	32
4.1.2	Hasil Pengujian <i>Spectrometer</i> .....	33

4.1.3	Uji Kekerasan .....	35
4.1.4	Data Hasil Uji SEM-EDS .....	35
4.2	Penurunan Temperatur Proses Pengecoran .....	40
4.3	Simulasi Pengecoran dengan Cetakan Pasir.....	42
4.3.1	Data Hasil Simulasi Pengecoran .....	42
4.3.2	Visualisasi Hasil Simulasi Pengecoran.....	45
4.4	Perbandingan data hasil pengecoran dan simulasi .....	46
<b>BAB V PENUTUP</b>		
5.1	Kesimpulan .....	48
5.2	Saran .....	49
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>xix</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>xxi</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Fasa Besi-Besi Karbida .....	12
Gambar 2.2 Diagram Keseimbangan Fasa Besi-Karbon .....	13
Gambar 2.2 Cetakan pasir .....	14
Gambar 2.3 Skema Mikroskop optik. ....	18
Gambar 2.4 <i>SolidWorks</i> .....	19
Gambar 2.5 <i>SolidCast</i> .....	19
Gambar 3.1 Diagram alir peneliti .....	20
Gambar 3.2 <i>Software Solidcast</i> .....	21
Gambar 3.3 Gerinda Potong.....	21
Gambar 3.4 Cetakan.....	21
Gambar 3.5 tungku .....	22
Gambar 3.6 Kowi .....	22
Gambar 3.7 Kompor .....	22
Gambar 3.8 Termokopel .....	23
Gambar 3.9 <i>Data Logger</i> .....	23
Gambar 3.10 Laptop .....	23
Gambar 3.11 Jangka Sorong.....	24
Gambar 3.12 Amplas .....	24
Gambar 3.13 Tumbukan .....	24
Gambar 3.14 Timbangan .....	25
Gambar 3.15 Mesin <i>polish</i> .....	25
Gambar 3.16 Pola Kayu.....	25
Gambar 3.17 Alat Uji Struktur Mikro .....	26
Gambar 3.18 Besi FC25 .....	26
Gambar 3.19 <i>Green sand</i> .....	26
Gambar 3.20 Naoh dan Aquades .....	27
Gambar 3.21 Pasir Resin.....	27
Gambar 4.1 Struktur mikro A1 (bawah) cetakan pasir .....	32
Gambar 4.2 Struktur mikro B1 (tengah) cetakan pasir .....	32

Gambar 4.3 Struktur mikro C1 (atas) cetakan pasir.....	33
Gambar 4.4 Hasil Uji SEM Pada Bagian T1 (Bawah) pada cetakan pasir	36
Gambar 4.5 Gambar Spektrum EDS T1 (Bawah).....	36
Gambar 4.6 Hasil uji SEM Pada Bagian T2 (Tengah) pada cetakan pasir .....	37
Gambar 4.7 Gambar Spektrum EDS T2 (Tengah).....	38
Gambar 4.8 Hasil uji SEM Pada Bagian T3 (Atas) pada cetakan pasir ...	39
Gambar 4.9 Gambar Spektrum EDS T3 (Atas).....	39
Gambar 4.10 Grafik T1,T2 dan T3 Cetakan Pasir.....	42
Gambar 4.11 Grafik hasil simulasi cetakan pasir.....	44
Gambar 4.12 Desain pemodelan pattern .....	45
Gambar 4.13 Visualisasi pattern, riser, dan filler pada software SolidCAST .....	45
Gambar 4.14 Visualisasi proses casting dan pendinginan pada SolidCAST .....	45
Gambar 4.15 Grafik perbandingan data hasil pengecoran dan simulasi..	47

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Besi Cor Kelabu .....	6
Tabel 2.2 <i>Komposisi Besi Cor</i> .....	8
Tabel 4.1 Data Hasil Uji Komposisi Kimia Campuran Si Mn .....	33
Tabel 4.2 Data Hasil Uji Komposisi Kimia Non Campuran Si Mn.....	34
Tabel 4.3 Hasil Uji Kekerasan <i>Vickers</i> .....	35
Tabel 4.4 Hasil EDS bagian T1.....	37
Tabel 4.5 Hasil EDS bagian T2.....	38
Tabel 4.6 Hasil EDS bagian T3.....	39
Tabel 4.7 Data temperature cetakan pasir.....	40
Tabel 4.8 Hasil simulasi dengan <i>software SolidCast</i> .....	42
Tabel 4.9 Perbandingan data hasil pengecoran simulasi dan eksperimen .....	46
Tabel 4.10 Penurunan temperatur setiap 10 menit.....	48

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1. Laporan Hasil Spectometer 1
- Lampiran 2. Laporan Hasil Spectometer 2
- Lampiran 3. Laporan Hasil Uji Kekerasan 1
- Lampiran 4. Laporan Hasil Kekerasan 2
- Lampiran 5. Laporan Hasil Kekerasan 2
- Lampiran 6. Laporan Hasil SEM EDS 1
- Lampiran 7. Laporan Hasil SEM EDS 2
- Lampiran 8. Laporan Hasil SEM EDS 3