

**PERANCANGAN DAN SIMULASI CETAKAN *HIGH PRESSURE*
DIE CASTING UNTUK PRODUK STRUKTUR SELULER
*DOUBLE ARROW HEAD***

Tugas Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh

Muhammad Hadi Yusuf
220421017



**PROGRAM STUDI
TEKNOLOGI REKAYASA PERANCANGAN MANUFAKTUR
JURUSAN TEKNIK PERANCANGAN MANUFAKTUR
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

PERANCANGAN DAN SIMULASI CETAKAN *HIGH PRESSURE* *DIE CASTING* UNTUK PRODUK STRUKTUR SELULER *DOUBLE ARROW HEAD*

Oleh:

MUHAMMAD HADI YUSUF

220421017

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)

Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 14 Agustus 2024

Disetujui,

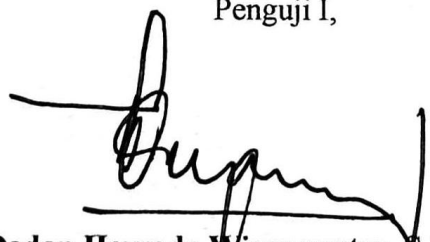
Pembimbing I,


Asep Indra Komara, S.S.T., M.T
NIP. 197509122001121001

Pembimbing II,


Ery Hidayat, S.T., M.T
NIP. 197710132002121001

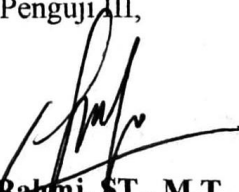
Disahkan,
Penguji I,


Dadan Heryada Wigenaputra, S.T., M.T
NIP. 19620641989031002

Penguji II,


Hartono Widjaja, S.S.T., M.T
NIP. 196111201988031003

Penguji III,


Meri Rahmi, S.T., M.T
NIP. 198502072019032013

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

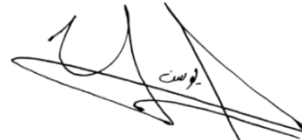
Nama : Muhammad Hadi Yusuf
NIM : 220421017
Jurusan : Teknik Perancangan Manufaktur
Program Studi : Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Perancangan dan Simulasi Cetakan *High Pressure Die Casting* untuk Produk Struktur Seluler *Double Arrow Head*

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaanya berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 14 – 08 – 2024
Yang Menyatakan,



(Muhammad Hadi Yusuf)
NIM 220421017

PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	:	Muhammad Hadi Yusuf
NIM	:	220421017
Jurusan	:	Teknik Perancangan Manufaktur
Program Studi	:	Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur
Jenjang Studi	:	Diploma 4
Jenis Karya	:	Tugas Akhir
Judul Karya	:	Perancangan dan Simulasi Cetakan <i>High Pressure Die Casting</i> untuk Produk Struktur Seluler <i>Double Arrow Head</i>

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 14 – 08 – 2024
Yang Menyatakan,



(Muhammad Hadi Yusuf)
NIM 220421017

MOTTO PRIBADI

Seperti hal nya pedang yang diasah hingga tajam untuk senjata berperang, begitu pun kemampuan diri baik ilmu, *skill*, dan iman yang dipersiapkan untuk menjalani kehidupan.

Mengendalikan pikiran agar hidup terkendali, Berbicara dengan tindakan,
Menyerahkan apa yang tidak bisa diatur kepada Allah, Hidup dengan ikhlas,
berjuang dengan sabar, dan selalu bersyukur kepada Allah.

"Lahaula wala quwwata illa billah Hil 'aliyyil adzim"

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya tercinta, adik saya, teman-teman saya dan semua pihak yang telah membantu saya menyelesaikan tugas akhir ini. Jazakallahu Khairan

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang hanya kepadaNya kami memuji, memohon pertolongan, dan mohon keampunan. Kami berlindung kepadaNya dari kekejian diri dan kejahatan amalan kami. Barang siapa yang diberi petunjuk oleh Allah maka tidak ada yang dapat menyesatkan, dan barang siapa yang tersesat dari jalanNya maka tidak ada yang dapat memberinya petunjuk. Dan aku bersaksi bahwa tiada sembah yang berhak disembah melainkan Allah saja, yang tiada sekutu bagiNya. Dan aku bersaksi bahwa Muhammad adalah hambaNya dan RasulNya.

Atas petunjuk dan pertolongan-Nya, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul: “ Perancangan dan Simulasi Cetakan *High Pressure Die Casting* untuk Produk Struktur Seluler *Double Arrow Head*”.

Tugas akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma-IV) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur di Politeknik Manufaktur Bandung.

Terselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Direktur Politeknik Manufaktur Bandung, Bapak Mohammad Nurdin, S.T., M.A.B.
2. Ketua Jurusan Teknik Perancangan Manufaktur, Bapak Bustami Ibrahim, S.S.T., M.T., IPM.
3. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur, Ibu Dinny Indrian, S.T., M.T.
4. Para Pembimbing tugas akhir Bapak Asep Indra Komara, S.S.T., M.T., IPM, dan Bapak Ery Hidayat, S.T., M.T.
5. Para Penguji sidang tugas akhir Bapak Dadan Heryada Wigenaputra, S.T., M.T, Bapak Hartono Widjaja, S.S.T., M.T, dan Ibu Meri Rahmi, ST., M.T.
6. Pemberi masukan tambahan dan pengetahuan dalam menyelesaikan tugas akhir, Bapak Hendrawan Hadi Sulistio, S.Tr.T.

7. Panitia tugas akhir yang telah mempersiapkan sebaik mungkin demi kelancaran kami sebagai mahasiswa yang mengikuti Tugas Akhir di tahun ini.
8. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Ibu Heni Handayani dan Bapak Najmudin yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Untuk adik saya Kenti Rahayu yang telah memberikan dukungan untuk kakaknya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Kepada rekan terdekat saya, yang selalu menemani dalam segala situasi dan kondisi baik senang maupun sedih dalam perjalanan hidup saya beberapa waktu terakhir dan untuk waktu-waktu kedepan.
11. Kepada kakak tingkat, Indra Adriansyah, S.Tr. T, yang senantiasa terbuka dan merespon permasalahan saya dan memberi masukan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
12. Teman-teman DEC 2020 yang diantaranya memberikan kontribusi atau bantuan yang bermanfaat bagi penulis, dan umumnya memberikan dukungan dalam melewati masa-masa akhir sebagai mahasiswa bersama dengan penulis.
13. Semua pihak yang tidak mungkin disebutkan satu persatu yang telah memberikan kontribusinya dalam membantu pelaksanaan tugas akhir ini.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua. Aamiiiin Ya Robbal Alamin.

Bandung, 14 Agustus 2024

Penulis

ABSTRAK

Penelitian ini dilatar belakangi oleh terdapatnya kebutuhan melakukan analisis metode manufaktur yang dapat memproduksi masal produk struktur seluler *double arrow head* (DAH). Struktur seluler ini merupakan komponen berbahan alumunium untuk penyerap impact di kendaraan (mobil). Ketika terjadi kecelakaan, energi tabrakan akan di serap oleh struktur ini semaksimal mungkin sehingga penumpang akan aman. Metode manufaktur pencetakan *High Pressure die casting* (HPDC) akan menjadi fokus utama pada penelitian ini. HPDC adalah salah satu metode manufaktur suatu produk logam ringan dengan menggunakan sebuah cetakan permanen berongga yang akan di masukan logam cair bertekanan oleh mesin injeksi. Perancangan cetakan HPDC dibuat berdasarkan spesifikasi mesin injeksi Frech DAK250-34 berada di Polman Bandung. Proses penyelesaian desain menggunakan metode perancangan *die casting* yang dikembangkan oleh Bill Andersen. Pada metode ini terdapat dua tahapan, tahapan pertama yaitu *product design* yang menghasilkan produk sesuai fungsi dan mampu *casting*. Lalu tahapan kedua yaitu *tooling design* dengan hasil berupa kontruksi HPDC yang didapat melalui perhitungan parameter *die casting* dan simulasi fluida. Proses simulasi dilakukan dengan software *inspire cast* agar mendapatkan data parameter *die casting*. Parameter *die casting* yang baik menurut ketentuan para ahli dan telah ditetapkan yaitu *filling temperature* 616°C - 699°C, *gate velocity* 35 m/s – 45 m/s dan *solidification temperature* dibawah < 516°C. Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil berupa desain produk dan desain kontruksi HPDC yang dinyatakan dapat digunakan dengan hasil simulasi *filling temperature* 618,41°C, *gate velocity* 35 m/s – 45 m/s, dan *solidification temperature* 313,96°C.

Kata kunci: *High Pressure Die Casting*, Struktur Seluler, Simulasi

ABSTRACT

This research is motivated by the need to analyze manufacturing methods capable of mass-producing double arrowhead (DAH) cellular structures. These cellular structures are aluminum components designed for impact absorption in vehicles (cars). In the event of an accident, the collision energy will be absorbed by this structure to the maximum extent, ensuring passenger safety. The manufacturing method of High Pressure Die Casting (HPDC) will be the main focus of this study. HPDC is a manufacturing method for lightweight metal products using a permanent mold cavity that is injected with molten metal under high pressure by an injection machine. The design of the HPDC mold is based on the specifications of the Frech DAK250-34 injection machine at Polman Bandung. The design process is completed using the die casting design method developed by Bill Andersen. This method consists of two stages: the first stage, product design, produces a functional and castable product. The second stage, tooling design, results in an HPDC construction obtained through die casting parameter calculations and fluid simulations. The simulation process is conducted using Inspire Cast software to obtain die casting parameter data. According to experts and established standards, good die casting parameters include a filling temperature of 616°C - 699°C, a gate velocity of 35 m/s – 45 m/s, and a solidification temperature below 516°C. From the conducted research, the results obtained include a product design and an HPDC construction design that can be used with simulation results showing a filling temperature of 618.41°C, a gate velocity of 35 m/s – 45 m/s, and a solidification temperature of 313.96°C.

Keywords: High Pressure Die Casting, Cellular Structure, Simulation

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)	iii
MOTTO PRIBADI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
I.1. Latar Belakang	I-1
I.2. Rumusan Masalah	I-3
I.3. Batasan Masalah	I-3
I.4. Tujuan dan Manfaat	I-3
I.5. Sistematika Penulisan	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
II.1 <i>High Pressure Die Casting</i>	II-1
II.1.1 <i>Cold Chamber</i>	II-1
II.1.2 <i>Proses Siklus Die Casting</i>	II-3
II.1.3 <i>Proses Siklus Injeksi</i>	II-4
II.1.4 <i>Parameter Proses Die Casting</i>	II-5
II.1.5 <i>Parameter Desain Cetakan Die Casting</i>	II-7
II.2.6 <i>Kontruksi Cetakan Die Casting</i>	II-10
II.2 <i>Metodologi Perancangan Die Casting</i>	II-11
II.3 <i>Design for Assembly</i>	II-12
II.4 <i>Design for Die Casting</i>	II-14
II.5 <i>Material</i>	II-15
II.5.1 <i>Material ADC12</i>	II-16
II.5.2 <i>Material AISI H11</i>	II-16
II.6 <i>Aliran Fluida pada Proses Die Casting</i>	II-17
II.6.1 <i>Aliran pada Metal Fill Front</i>	II-18
II.7 <i>Analisis Die Casting</i>	II-21
II.7.1 <i>Finite Element Method (FEM)</i>	II-22

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH.....	III-1
III.1 <i>Product Design</i>	III-2
III.1.1 Identifikasi Produk.....	III-2
III.1.1.A Identifikasi Desain Produk Eksisting	III-2
III.1.1.B Daftar Tuntutan	III-3
III.1.2 Desain Produk Baru	III-3
III.1.2.A Desain Alternatif	III-4
III.1.2.B Data Spesifikasi Alternatif Desain	III-5
III.1.2.C Penilaian dan Pemilihan	III-6
III.1.2.D Penyelesaian Desain Produk dan Prototipe	III-7
III.1.3 Validasi Kelayakan Manufaktur	III-8
III.2 <i>Tool Design</i>	III-9
III.2.1 Kontrol Kemampuan Mesin untuk Produk yang akan Dibuat	III-9
III.2.2 Penentuan <i>Partingline</i>	III-11
III.2.3 Parameter Rancangan.....	III-11
III.2.4 Perancangan <i>Layout</i>	III-18
III.2.5 Parameter Injeksi.....	III-24
III.2.5.A Kontrol <i>Die Opening Force</i>	III-24
III.2.5.B <i>Filling Ratio</i>	III-26
III.2.5.C Panjang <i>Slow Approach</i> dan <i>Panjang Shot Volume</i>	III-26
III.2.5.D Perhitungan <i>Piston Velocity</i> (plunger)	III-27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	IV-1
IV.1 <i>CAE Flow and Thermal Analysis Result</i>	IV-1
IV.1.1 Persiapan <i>CAE Flow and Thermal Analysis</i>	IV-1
IV.1.2. <i>Simulation Result</i>	IV-8
IV.2 Kontruksi Cetakan	IV-17
IV.2.1. <i>Cavity</i> dan <i>Core</i>	IV-17
IV.2.2. <i>Mold Base</i>	IV-20
IV.2.3. <i>Cooling System</i>	IV-21
IV.2.4. <i>Ejector Pin</i>	IV-24
IV.2.5. <i>Ejector Spring</i>	IV-24
IV.3 <i>Cycle Time</i> dan Tahapan Injeksi	IV-26
IV.3.1 <i>Chamber Filling (Ladling)</i>	IV-26
IV.3.2 <i>Filling</i>	IV-27
IV.3.3 <i>Solidification</i>	IV-28
IV.3.4 <i>Die Opening and Closing</i>	IV-29

IV.3.5 <i>Ejection</i>	IV-30
IV.3.6 <i>Extraction</i>	IV-30
IV.3.7 <i>Lubrication</i>	IV-30
IV.3.8 Total Waktu Injeksi	IV-31
BAB V PENUTUP	V-1
V.1 Kesimpulan.....	V-1
V.2 Saran	V-2
DAFTAR PUSTAKA	xvii
LAMPIRAN	xix

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Sifat utama paduan aluminium ADC12 [16].....	II-16
Tabel III.1 Data Spesifikasi Model Eksisting	III-3
Tabel III.2 Daftar Tuntutan Desain Produk dan <i>Tool</i>	III-3
Tabel III.3 Alternatif Desain Penghubung	III-4
Tabel III.4 Data Spesifikasi Alternatif Desain Penghubung.....	III-5
Tabel III.5 Penilaian Desain.....	III-6
Tabel III.6 <i>Validasi Manufacturing Feasibility by Swift</i>	III-8
Tabel III.7 <i>Specific Casting Pressure by Frech</i>	III-9
Tabel III.8 Rekomendasi penyusutan (shrinkage)	III-12
Tabel III.9 Parameter Dimensi <i>Overflow</i>	III-14
Tabel III.10 <i>Gate Velocities by Buhler</i>	III-15
Tabel III.11 <i>Filling Time by D Bennet</i>	III-16
Tabel III.12 <i>Gate Thickness Recommendation by Buhler</i>	III-16
Tabel III.13 Alternatif <i>layout cavity</i>	III-19
Tabel III.14 Data dimensi <i>Gate</i> dan <i>Runner</i>	III-20
Tabel III.15 Alternatif <i>Layout Runner</i>	III-21
Tabel III.16 <i>Filling Ratio by Frech</i>	III-26
Tabel III.17 <i>Vcss (Critical Slow Shot Velocity) by Bill Andersen</i>	III-28
Tabel IV.1 Parameter <i>Casting</i> untuk Analisis.....	IV-1
Tabel IV.2 Konvergensi Hasil Simulasi.....	IV-8
Tabel IV.3 Rekomendasi Material <i>Core & Cavity by Buhler</i>	IV-17
Tabel IV.4 Batas Dimensi <i>Insert Cavity</i> by Buhler	IV-18
Tabel IV. 5 Spesifikasi Pegas SWY42-110 MISUMI	IV-26
Tabel V.1 Pemenuhan rancangan dan tuntutan.....	V-2

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Rancangan penggunaan struktur: (a) Sel baterai, (b) Pelat pendingin, (c) Rakitan baterai internal, (d) Penutup atas, (e) Penutup bawah, (f) Kemasan baterai, (g) Modul penyerap <i>impact</i> [2]	I-1
Gambar I.2 Struktur seluler <i>lattice</i> tipe <i>double arrow head</i> [1].....	I-2
Gambar II.1 <i>Illustration of a cold-chamber die casting machine</i> [7]	II-2
Gambar II.2 <i>Casting cycle for cold-chamber die casting</i> [7].....	II-2
Gambar II.3 Proses <i>Ladling</i>	II-4
Gambar II.4 Proses <i>Injection</i>	II-5
Gambar II.5 Proses <i>Ejection</i>	II-5
Gambar II.6 Ilustrasi <i>Specific casting pressure</i>	II-6
Gambar II.7 Ilustrasi <i>clamping force</i>	II-8
Gambar II.8 <i>Die venting</i> pada <i>overflow</i> [8]	II-10
Gambar II.9 Kontruksi cetakan <i>cold chamber die casting</i>	II-10
Gambar II.10 Metodologi Perancangan <i>Die Casting</i> Bill Andersen [11].....	II-11
Gambar II.11 Simetri rotasi alfa dan beta untuk berbagai bentuk [12].....	II-13
Gambar II.12 Pengaruh rotasi simetri terhadap waktu perakitan [12]	II-13
Gambar II.13 Dua contoh skema desain produk <i>casting</i> [13].....	II-14
Gambar II.14 (a) Aliran Laminar dan (b) Aliran Turbulen.....	II-17
Gambar II.15 Ilustrasi Eksperimen (a) Aliran Laminar dan (b) Aliran Turbulen [7]	II-18
Gambar II.16 Ilustrasi <i>Planar Fill</i> [7].....	II-18
Gambar II.17 Pergerakan <i>Planar Fill</i> saat mengisi rongga cetak [7]	II-19
Gambar II.18 Ilustrasi <i>Non-Planar Fill</i>	II-19
Gambar II. 19 Ilustrasi pergerakan <i>Non-Planar Fill</i> (a) Aliran Tunggal (b) Aliran Menyebar [7].....	II-20
Gambar II.20 Ilustrasi <i>Automatized Fill</i>	II-20
Gambar II.21 Ilustrasi Pergerakan <i>Automatized Fill</i>	II-21
Gambar III.1 Diagram Alir Metode Perancangan <i>Die Casting</i>	III-1
Gambar III.2 Model Eksisting Struktur Seluler <i>Lattice</i> tipe DAH	III-2
Gambar III.3 Prototipe Produk Sturktur Seluler	III-7
Gambar III.4 Luas penampang produk: 2242,97mm ² (Autocad)	III-10
Gambar III.5 Penempatan <i>Partingline</i> Produk.....	III-11
Gambar III.6 Parameter Desain <i>Overflow</i>	III-14
Gambar III.7 Gambar <i>Runner System by Buhler</i>	III-17
Gambar III.8 <i>Layout Gate</i> dan <i>Runner</i>	III-20
Gambar III.9 Arah Aliran Logam Cair	III-22
Gambar III.10 <i>Layout Overflow</i>	III-23
Gambar III.11 <i>Layout System</i> Produk Struktur Seluler (Cast Part)	III-23
Gambar III.12 Proyeksi <i>Layout System</i> Produk	III-24
Gambar III.13 <i>Ilustrasi dimensi</i> (a) <i>Slow Approach</i> dan (b) <i>Shot Volume</i>	III-27
Gambar IV.1 <i>Casting Part Setup</i>	IV-2
Gambar IV.2 <i>Gravity Direction Setup</i>	IV-3
Gambar IV.3 <i>Mold Opening Direction Setup</i>	IV-3
Gambar IV.4 <i>Filling System Setup</i>	IV-4
Gambar IV.5 <i>Overflow Setup</i>	IV-5
Gambar IV.6 <i>Mold Setup</i>	IV-5
Gambar IV.7 <i>Shot Sleeve Setup</i>	IV-6

Gambar IV.8 <i>High Pressure Process Setup</i>	IV-7
Gambar IV.9 <i>Run Analysis</i>	IV-7
Gambar IV.10 Grafik Konvergensi (a) <i>Filling Temperature</i> , (b) <i>Solidification Temperature</i> , (c) <i>Velocity</i>	IV-8
Gambar IV.11 <i>Shot Sleeve</i> (a) <i>Phase 1</i> , (b) <i>Phase 2</i>	IV-9
Gambar IV.12 <i>Filling Temperature</i>	IV-10
Gambar IV.13 <i>Solidification Temperature</i>	IV-11
Gambar IV.14 <i>Velocity</i>	IV-12
Gambar IV.15 <i>Last Air</i>	IV-12
Gambar IV.16 <i>Cold Shuts</i>	IV-13
Gambar IV.17 <i>Filling Time</i>	IV-14
Gambar IV.18 <i>Solidification Time</i>	IV-15
Gambar IV.19 <i>Total Shrinkage Volume</i>	IV-16
Gambar IV.20 Batas Dimensi <i>Insert Cavity</i> by Buhler[10]	IV-18
Gambar IV.21 Sketsa <i>Insert Cavity</i>	IV-19
Gambar IV.22 Sketsa Dimensi <i>Mold Base</i>	IV-20
Gambar IV.23 Rekomendasi Jarak <i>Cooling System</i> by Buhler	IV-21
Gambar IV.24 Skema <i>Cooling</i> (a) <i>Insert Cavity Fix</i> , (b) <i>Insert Cavity Move</i> ..	IV-22
Gambar IV.25 <i>Temperature Demolding</i>	IV-23
Gambar IV.26 Layout Posisi <i>Ejector</i>	IV-24
Gambar IV.27 <i>System Ejector</i>	IV-25
Gambar IV.28 <i>Chamber Filling</i>	IV-27
Gambar IV.29 <i>Filling process</i> (a) <i>Phase 1</i> (b) <i>Phase 2</i>	IV-27
Gambar IV.30 <i>Solidification</i>	IV-29
Gambar IV.31 <i>Mold Opening</i>	IV-29
Gambar IV.32 <i>Ejection</i>	IV-30
Gambar V.1 Desain cetakan HPDC struktur seluler DAH	V-1

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Biodata Penulis

Lampiran 2. Properti Material

2.1 Properti material ADC 12

2.2 Properti material AISI H11

Lampiran 3. Spesifikasi Mesin FRECH DAK 250-34

Lampiran 4. Data Aspek Penilaian Alternatif Desain

Lampiran 5. Proses Pembuatan Prototipe Produk

Lampiran 6. Pemilihan Alternatif Layout Runner

Lampiran 7. Katalog Standar yang Digunakan

7.1 Mold Base standar FUTABA type SC 4550

7.2 *Riser/Separation blank* standar MISUMI type DYBN

7.3 *High Couplers for Cooling Pipe* standar MISUMI type LJPLH1-100

7.4 *High Couplers for Cooling Pipe* standar MISUMI type NPL2-100

7.5 *Cooling Circuit Plugs* standar MISUMI Type JWP 10

7.6 *Tapered Screw Plugs* standar MISUMI Type MSWT 2

7.7 *Straight Ejector Pins for Die Cast* standar MISUMI Type DEPL (4-150, 8-182, dan 8-184)

7.8 *Ejector Leader Pin* standar MISUMI Type EGPP 30-130

7.9 *Ejector Leader Bushing* standar MISUMI Type EGBN 30-20

7.10 *Coil Spring* standar MISUMI Type SWY 42-110

7.11 Baut Inbus standar ISO 4762

Lampiran 8. Estimasi Biaya Produksi dan BEP Produk

Lampiran 9. *Operation Plan* Pembuatan Core Pin

Lampiran 10. Dokumen Teknik

10.1 Gambar Produk

10.2 Gambar Susunan

10.3 Gambar Bagian

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

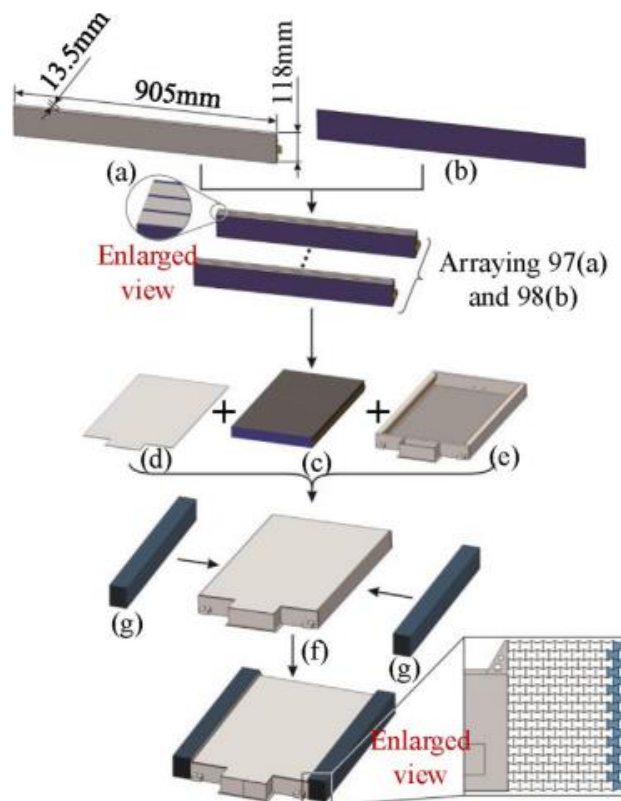
3D	= 3 Dimensi
DAH	= <i>Double Arrow Head</i>
HPDC	= <i>High Pressure Die Casting</i>
CAD	= <i>Computer Aided Design</i>
CAE	= <i>Computer Aided Engineering</i>
P	= <i>Pressure</i>
P_{cp}	= <i>Specific Casting Pressure</i>
ARO	= Luas Proyeksi
A_{proj}	= Luas Proyeksi <i>Layout System</i>
F_s	= <i>Die Opening Force</i>
sf	= <i>Safety Factor</i>
F_{ZU}	= <i>Locking Force</i>
S_v	= <i>Shrinkage</i>
VCS	= Volume CAD produk setelah dikalikan penyusutan
VC	= Volume Teoritis produk setelah dikalikan penyusutan
V_{of}	= <i>Volume overflow</i>
$D_{chamber}$	= <i>Diameter Chamber</i>
$L_{chamber}$	= <i>Panjang Chamber</i>
$V_{chamber}$	= <i>Volume Chamber</i>
D_{cyl}	= <i>Diameter Cylinder</i>
$D_{plunger}$	= <i>Diameter Plunger</i>
fr	= <i>Filling Ratio</i>
$V_{casting}$	= <i>Volume Injeksi</i>
L_{shot}	= <i>Panjang shot volume</i>
L_{SA}	= <i>Panjang slow approach</i>
V_{css}	= <i>Critical Slow Shot Velocity</i>
V_{fs}	= <i>Fast Shot Velocity</i>
C_{cc}	= <i>Curved Filted Constant</i>

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

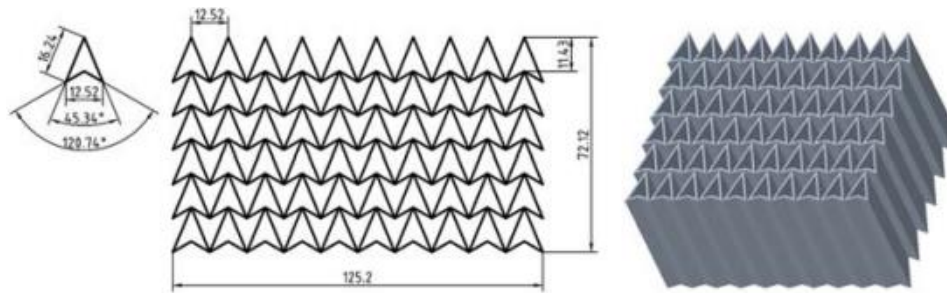
Struktur seluler merupakan teknologi keselamatan pasif melalui tumbukan dengan menyerap energi *impact* (modul penyerap *impact*), yang hingga kini masih dalam penelitian. Teknologi ini digunakan sebagai strategi mengurangi resiko kecelakaan pada kendaraan untuk melindungi penumpang, kargo, atau baterai pada kendaraan listrik, saat terjadi tabrakan [1]. Pada Gambar I.1 merupakan ilustrasi pengaplikasian modul penyerap *impact* pada baterai kendaraan listrik. Selain pada baterai, modul penyerap *impact* ini juga dapat diaplikasikan pada *chassis* bagian depan dan belakang mobil.



Gambar I.1 Rancangan penggunaan struktur: (a) Sel baterai, (b) Pelat pendingin, (c) Rakitan baterai internal, (d) Penutup atas, (e) Penutup bawah, (f) Kemasan baterai, (g) Modul penyerap *impact* [2]

Komponen struktur yang ringan memiliki banyak keunggulan dalam hal konsumsi energi yang lebih rendah dan efisiensi mekanik yang lebih baik [3]. Struktur seluler terdiri dari jenis *foams*, *honeycombs*, dan *lattice*. Struktur

seluler jenis *lattice* memiliki banyak sifat yang lebih unggul dibandingkan *foams* dan *honeycombs*, seperti ringan, berkekuatan tinggi, menyerap energi, dan mengurangi getaran, yang telah dipelajari dan diperhatikan secara ekstensif [4]. Pada Gambar I.2 dapat dilihat struktur seluler *lattice* tipe *double arrow head* (DAH) yang menjadi produk untuk topik ini.



Gambar I.2 Struktur seluler *lattice* tipe *double arrow head* [1]

Struktur seluler memiliki geometri yang kompleks, karena hal itu maka biasanya peneliti membuat spesimen struktur menggunakan mesin cetak 3D logam. Proses pembuatan struktur seluler masih menjadi tantangan untuk diproduksi dengan metode konvensional yang ada. Proses pembuatan dengan menggunakan teknologi pengecoran merupakan proses pembuatan struktur kisi yang potensial [1].

Pada penelitian ini, teknologi pengecoran *High Pressure Die Casting* (HPDC) akan digunakan untuk memenuhi keperluan penelitian dan pengembangan produk modul penyerap *impact* struktur seluler DAH, dimana penelitian ini dilakukan untuk memastikan proses manufaktur yang potensial untuk produk tersebut. Sebelumnya telah dilakukan penelitian melalui simulasi dengan proses manufaktur *gravity casting* [1]. Metode ini kurang sesuai dengan bentuk struktur yang kompleks, karena proses pengecorannya mengandalkan gravitasi atau tidak ada tekanan yang dapat menyebabkan struktur tidak sepenuhnya terisi padat.

Berdasarkan penjelasan yang telah disampaikan, maka pada penelitian ini penulis akan melakukan simulasi HPDC pada produk struktur seluler *double arrow head* (DAH) dan merancang kontruksi cetakannya. Selain itu terlebih dahulu dilakukan redesain terhadap jumlah rongga struktur produk dan dilakukan penambahan bentuk penghubung. Hal tersebut dilakukan untuk

memenuhi kebutuhan ukuran produk yang cukup besar, seperti yang dapat dilihat pada Gambar I.1. Dengan begitu sistem modular akan dijadikan solusi agar dapat memenuhi kebutuhan ukuran dan dapat di proses dengan HPDC.

I.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang menjadi latar belakang dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana desain produk struktur seluler DAH yang dapat dirakit secara modular dengan bentuk mampu *casting* (terdapat *draft angel*)?
2. Bagaimana rancangan kontruksi cetakan *high pressure die casting* yang dapat memproduksi struktur seluler DAH?

I.3. Batasan Masalah

Dalam melakukan penelitian ini, terdapat ruang lingkup yang dibatasi seperti sebagai berikut:

1. Metode manufaktur yang digunakan hanya dengan teknologi HPDC.
2. Pembuatan desain produk struktur yang modular hanya menggunakan bentuk desain *double arrow head*.
3. Rancangan kontruksi cetakan HPDC memiliki 2 *cavity* dan disesuaikan dengan spesifikasi mesin cetak injeksi yang berada di Politeknik Manufaktur Bandung (Frech DAK250-34).
4. Melakukan perhitungan yang diperlukan dalam membuat kontruksi HPDC sesuai proses perancangan *die casting*.
5. Melakukan analisis CAE *Flow* untuk memvalidasi rancangan *die casting* menggunakan *software* yang tersedia di Polman Bandung.

I.4. Tujuan dan Manfaat

Tujuan penelitian ini yaitu dapat menjawab masalah yang menjadi latar belakang pada penelitian ini yaitu:

1. Menghasilkan produk struktur seluler DAH yang dapat dirakit secara modular.
2. Menghasilkan rancangan cetakan HPDC yang tervalidasi dapat memproduksi struktur seluler DAH yang tidak cacat.
3. Menghasilkan dokumen rekayasa dan gambar kerja untuk proses pembuatan cetakannya (tool).

Adapun manfaat yang diharapkan dengan dilakukannya penelitian ini yaitu:

1. Bagi peneliti struktur seluler DAH, mempermudah dalam pembuatan *tool* untuk proses manufaktur struktur seluler DAH.
2. Bagi penulis, dapat menambah ilmu dan wawasan baru juga meningkatkan kemampuan dalam melakukan rekayasa perancangan manufaktur.
3. Bagi pembaca, menjadi referensi dalam merancangan dan mengembangkan teknologi *high pressure die casting*.

I.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bagian ini berisikan uraian mengenai penelitian yang dikerjakan; latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bagian ini berisi gambaran umum tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III METODA PELAKSANAAN

Bagian ini berisi pemaparan mengenai metode yang digunakan pada penelitian dan juga proses perancangan yang dilakukan.

BAB IV VALIDASI DAN PENYELESAIAN RANCANGAN

Bagian ini berisi validasi rancangan yang dilakukan dan juga penyelesaian akhir rancangan kontruksi *high pressure die casting*.

BAB V PENUTUP

Bagian ini berisi kesimpulan yang diperoleh sebagai jawaban dari rumusan masalah dan tujuan awal penelitian serta pemaparan mengenai kritik dan saran perbaikan maupun kajian lanjut dari penelitian yang telah dilakukan.