



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISIS PENGARUH BENTUK *RUNNER* DAN  
LUAS *INGATE* TERHADAP CACAT MISRUN PADA  
PRODUK PISTON X *MOTORCYCLE* DENGAN  
PENUANGAN SISTEM GRAVITASI**

SKRIPSI

Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan  
Diploma IV Program Studi Sarjana Terapan Manufaktur Jurusan Teknik Mesin

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

Oleh:

**Muhammad Fernanda Alvi Yasin**

**NIM. 1802411030**

**PROGRAM STUDI MANUFAKTUR  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA  
AGUSTUS 2022**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

**ANALISIS PENGARUH BENTUK *RUNNER* DAN LUAS *INGATE*  
TERHADAP CACAT MISRUN PADA PRODUK PISTON X  
*MOTORCYCLE* DENGAN PENUANGAN SISTEM GRAVITASI**

Oleh:

M Fernanda Alvi Y

NIM.1802411030

Program Studi Sarjana Terapan Manufaktur

Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

Ketua Program Studi Manufaktur

Politeknik Negeri Jakarta

Pembimbing

Politeknik Negeri Jakarta

Drs. Grenhy Sudarmawan, S.T., M.T.

NIP.196005141986031002

Dr. Vika Rizkia, S.T., M.T.

NIP.198608302009122001



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN SKRIPSI  
ANALISIS PENGARUH BENTUK *RUNNER* DAN LUAS *INGATE*  
TERHADAP CACAT MISRUN PADA PRODUK PISTON X  
*MOTORCYCLE* DENGAN PENUANGAN SISTEM GRAVITASI

Oleh:

M Fernanda Alvi Y

NIM.1802411030

Program Studi Sarjana Terapan Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang skripsi di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 29 Agustus 2022 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Manufaktur Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Dr. Vika Rizkia, S.T., M.T NIP. 198608302009122001	Ketua		31/8/2022
2.	Seto Tjahyono, S.T., M.T. NIP. 195810301988031001	Anggota		31/8/2022
3.	Drs. Sugeng Mulyono, S.T., M.T NIP. 196010301986031001	Anggota		31/8/2022

Depok, 1 September 2022

Disahkan oleh :

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Iro Muslimin, S.T., M.T., IWE

NIP. 197707142008121005





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M Fernanda Alvi Y  
NIM : 1802411030  
Tahun Terdaftar : 2018  
Program Studi : Sarjana Terapan Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang / lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan sumbernya secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dengan demikian saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur plagiasi dan apabila dokumen Skripsi ini dikemudian hari terbukti merupakan plagiasi dari hasil karya penulis lain dan/atau dengan sengaja mengajukan karya atau pendapat yang merupakan hasil karya penulis lain maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Depok, 29 Agustus 2022



M Fernanda Alvi Y  
NIM 1802411030





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## ANALISIS PENGARUH BENTUK *RUNNER* DAN LUAS *INGATE* TERHADAP CACAT MISRUN PADA PRODUK PISTON X *MOTORCYCLE* DENGAN PENUANGAN SISTEM GRAVITASI

Muhammad Fernanda Alvi Yasin<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl.  
Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425.

E-mail:

### ABSTRAK

Cacat misrun ditemukan di beberapa coran dari jenis produk piston pada PT XYZ. Piston yang akan diteliti merupakan produk yang paling banyak cacat misrun. banyak faktor yang mempengaruhi cacat misrun salah satunya pengaruh dari gating system. Penelitian yang dilakukan, berfokus pada pengaruh dari sistem saluran pada bagian bentuk runner dan perubahan geometri ingate. Untuk mendeteksi dan menganalisis cacat mirun menggunakan simulasi perangkat lunak magmasoft, Pekerjaan simulasi pada proses pengisian. Pada penelitian ini dibuatnya Sembilan variasi yang di landaskan oleh kajian literatur dan perhitungan geometri untuk mendapatkan penyebaran aliran yang stabil dan merata, kecepatan aliran yang cepat dan temperature yang stabil untuk mencegah pembekuan dini yang menyebabkan cacat misrun. Setiap versi dari simulasi berfokus pada variasi suhu, variasi kecepatan, lintasan cairan, dan bagian internal produk. Akhirnya, terpilih salah satu yang terbaik pada variasi yang di simulasikan dan dilakukannya validasi dengan pengecekan berupa *spectro*, *penetrant test*, dan mikrostruktur dilakukan juga *trial* lapangan selama 1 bulan untuk melihat apakah variasi yang dipilih bisa mengatasi reject misrun

Kata-kata kunci: Pengecoran, piston, *Runner*, Saluran Masuk, Cacat Misrun



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**ANALISIS PENGARUH BENTUK *RUNNER* DAN LUAS *INGATE*  
TERHADAP CACAT MISRUN PADA PRODUK PISTON X  
*MOTORCYCLE* DENGAN PENUANGAN SISTEM GRAVITASI**

**Muhammad Fernanda Alvi Yasin<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup> Program Studi Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl.  
Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425.

E-mail:

**ABSTRACT**

*Misrun defects were found in several castings of the type of piston product at PT XYZ. The piston to be studied is the product with the most misrun defects. There are many factors that affect misrun defects, one of which is the influence of the gating system. This research focuses on the influence of the channel system on the runner shape and changes in the geometry of the ingate. To detect and analyze misrun defects using magmasoft software simulation, Simulation work on the filling process. In this study, nine variations were made based on literature review and geometrical calculations to obtain a stable and even distribution of flow, fast flow velocity and stable temperature to prevent premature freezing that causes misrun defects. Each version of the simulation focuses on temperature variations, velocity variations, fluid trajectories, and product internals. Finally, the best one was chosen in the simulated variation and validation was carried out by checking in the form of spectro, penetrant test, and microstructure, also a field trial for 1 month to see if the selected variation could overcome the reject misrun.*

*Keywords: Casting, Piston, Runner, Ingate, Misrun Defect*





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**KATA PENGANTAR**

Puji syukur atas kehadiran Allah Subhanahu wata'ala, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Skripsi dengan judul : “Analisis Pengaruh Bentuk Runner dan Luas Ingate Pada Produk Piston X Motorcycle Dengan Penuangan Sistem Gravitasi” ini selesai ditulis. Shalawat serta salam juga disampaikan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarganya. Dalam proses penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini terima kasih diberikan khususnya kepada :

1. Allah SWT, yang selalu melimpahkan rahmat-Nya dan Kesehatan selama penyusunan skripsi ini.
2. Kedua orangtua yang selalu memberi doa dan dukungan dalam segala hal.
3. Ketua Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Bapak Dr. Eng. Muslimin, S.T, M.T.
4. Kepala Program Studi Teknik Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Bapak Drs. R. Grenny Sudarmawan, S.T., M.T.
5. Dosen pembimbing, Ibu Dr. Vika Rizkia, S.T., M.T, yang selama penyusunan skripsi ini yang telah memberikan pengarahan terhadap lancarnya tulisan ini.
6. Pihak perusahaan XYZ yang telah mengizinkan saya untuk mengangkat topik permasalahan ini.
7. Saudara seperjuangan Program Studi Manufaktur angkatan 2018 Politeknik Negeri Jakarta.

Penulis dapat menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, diharapkan adanya kritik dan saran untuk perbaikan kedepannya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menjadi referensi mahasiswa untuk pengembangan didunia industri.

Depok, Juli 2022

Muhammad Fernanda Alvi Yasin





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**DAFTAR ISI**

<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penulisan Skripsi .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
2.1 Dasar Teori .....	6
2.1.1 Piston .....	6
2.1.2 Material Coran .....	6
2.1.3 Teori Dasar Pengecoran .....	9
2.1.4 Klasifikasi Pengecoran .....	9
2.1.5 Gravity Die Casting .....	11
2.1.6 Die Mold .....	12
2.1.7 Proses Solidifikasi .....	13
2.1.8 Cacat Pengecoran dan Analisa Penyebab Cacat .....	16
2.1.9 Desain Sistem Saluran .....	21
2.1.10 Simulasi Pengecoran Numerik .....	28
2.1.11 Pengujian .....	34
2.2 Kajian Literatur .....	38



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	44
3.1 Jenis Penelitian.....	44
3.2 Objek Penelitian .....	44
3.3 Langkah Penelitian.....	45
3.4 Penjelasan Diagram Alir .....	47
3.5 Peralatan dan Bahan Penelitian.....	56
3.5.1 Bahan Penelitian .....	56
3.5.2 Peralatan Penelitian.....	58
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b> .....	62
4.1 Data Awal Produk .....	62
4.1.1 Data reject .....	62
4.1.2 Produk Cor .....	63
4.1.3 Material Produk, Cetakan dan Temperatur Penuangan .....	64
4.2 Cacat Yang Terbentuk .....	64
4.2.1 <i>Flow Tracer</i> .....	64
4.2.2 Kecepatan aliran .....	65
4.2.3 Temperature Tuang.....	66
4.3 Perhitungan Geometri ingate .....	67
4.4 Variasi untuk simulasi .....	69
4.5 Perbandingan <i>Flow Tracer</i> Setiap Variasi .....	70
4.6 Perbandingan Kecepatan Aliran Setiap Variasi .....	73
4.7 Perbandingan Temperature Tuang Setiap Variasi .....	78
4.8 Perbandingan Cacat Misrun .....	83
4.9 Komposisi Material .....	87
4.10 <i>Non Destructive Testing</i> , Pengujian <i>Microstructure</i> , dan <i>Visual Inspection</i> 88	
4.10.1 Produk Not Good <i>Non Destructive Testing</i> .....	88
4.10.2 Produk OK Setelah Di <i>Improvement Non Destructive Testing</i> .....	88
4.10.3 Pengujian <i>Microstructure</i> Produk Not Good .....	89
4.10.4 Pengujian <i>Microstructure</i> Produk OK .....	90
4.10.5 <i>Visual inspection Lapangan</i> .....	91
4.11 Analisa sebelum dan setelah dilakukan <i>improvement</i> .....	91
<b>BAB V</b> .....	96
<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	96



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

5.1 Kesimpulan .....	96
DAFTAR PUSTAKA .....	97



### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Karakteristik Proses Casting [18] .....	11
Tabel 2. 2 Gating Ratio Aluminium[24] .....	27
Tabel 2. 3 Koefisien Efisiensi, C untuk sistem saluran[24] .....	27
Tabel 2. 4 Casting Processes Simulated by Selected Software[25] .....	30
Tabel 2. 5 Material Database Available in Selected Casting Simulation[25] .....	30
Tabel 2. 6 Kemampuan Software Pengecoran dalam Memprediksi Cacat .....	34
Tabel 3. 1 Parameter Simulasi .....	49
Tabel 3. 2 Matriks Parameter Uji .....	49
Tabel 4. 1 Data reject Piston Motorcycle Desember .....	62
Tabel 4. 2 Data Reject Piston Tipe Motorcycle Januari .....	63
Tabel 4. 3 Data Reject Piston Tipe Motorcycle Februari .....	63
Tabel 4. 4 Variasi Luas Ingate dan Bentuk Sudut Runner .....	69
Tabel 4. 5 Kecepatan Aliran Setiap Variasi .....	76
Tabel 4. 6 Temperature Tuang Setiap Variasi .....	81
Tabel 4. 7 Cacat Misrun Setiap Variasi .....	86
Tabel 4. 8 Hasil Uji Komposisi Kimia .....	87
Tabel 4. 9 Non Destructive Testing Produk Not Good .....	88
Tabel 4. 10 Non Destructive Testing Produk OK .....	88
Tabel 4. 11 Uji Struktur Mikro Produk Not Good .....	89
Tabel 4. 12 Uji Struktur Mikro Produk OK .....	90
Tabel 4. 13 Visual Inspection Lapangan .....	91
Tabel 4. 14 Perbandingan Sebelum dan Setelah dilakukan Improvement .....	91

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Piston Motorcycle .....	6
Gambar 2. 2 langkah pengecoran dalam permanen mold .....	10
Gambar 2. 3 Gravity Die Casting .....	11
Gambar 2. 4 Cetakan Permanen .....	13
Gambar 2. 5 Kurva Temperatur dan Waktu Pembekuan .....	14
Gambar 2. 6 Ilustrasi Defect Misrun in Casting .....	17
Gambar 2. 7 Ilustrasi Shrinkage Porosity in Casting .....	18
Gambar 2. 8 Ilustrasi Defect Cold Shut in Casting .....	18
Gambar 2. 9 Ilustrasi Defect Cold Shots in Casting .....	19
Gambar 2. 10 Cacat Misrun .....	20
Gambar 2. 11 Skematis Sistem Saluran .....	22
Gambar 2. 12 Ilustrasi Sistem Saluran .....	23
Gambar 2. 13 Jenis Cetakan Permanen .....	25
Gambar 2. 14 Hubungan proses casting .....	29
Gambar 2. 15 Software Casting simulation Magmasoft .....	29
Gambar 2. 16 Casting Simulation Process for Defects Identification .....	31
Gambar 2. 17 Ilustrasi Penetrant Test .....	37
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian .....	46
Gambar 3. 2 Diagram Alir Simulasi Pengecoran .....	50
Gambar 3. 3 Proses Spectro Machine .....	54
Gambar 3. 4 Proses Penetrant Test .....	54
Gambar 3. 5 Proses Metallography .....	55
Gambar 3. 6 Proses Visual Inspection .....	55
Gambar 3. 7 Material AC8A .....	56
Gambar 3. 8 Red Penetrant .....	56
Gambar 3. 9 Developer .....	57
Gambar 3. 10 Amplas Waterproff .....	57
Gambar 3. 11 MicroCloth .....	58
Gambar 3. 12 Software MAGMASOFT .....	58
Gambar 3. 13 Cetakan Permanen Piston X .....	58
Gambar 3. 14 Spectro Machine .....	59
Gambar 3. 15 Mesin Bubut .....	59
Gambar 3. 16 Mesin Potong .....	60
Gambar 3. 17 Polishing Machine .....	60
Gambar 3. 18 Mikroskop .....	61
Gambar 4. 1 Blank Casing Piston X .....	64
Gambar 4. 2 Pola Arah Aliran ditampilkan dengan tracer particles control (a) ketika aliran mulai mengisi produk (b) ketika lebih banyak aliran mengisi produk .....	64
Gambar 4. 3 Kecepatan aliran selama pengisian (a) 1.244 s (b) 2.165 s .....	65
Gambar 4. 4 Temperatur tuang (a) ketika 1.376 s (b) bagian internal produk ..	66
Gambar 4. 5 Flow Tracer Variasi 1 .....	70
Gambar 4. 6 Flow Tracer Variasi 2 .....	70
Gambar 4. 7 Flow Tracer Variasi 3 .....	71

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4. 8 Flow Tracer Variasi 4.....	71
Gambar 4. 9 Flow Tracer Variasi 5.....	71
Gambar 4. 10 Flow Tracer Variasi 6.....	72
Gambar 4. 11 Flow Tracer Variasi 7.....	72
Gambar 4. 12 Flow Tracer Variasi 8.....	72
Gambar 4. 13 Flow Tracer Variasi 9.....	73
Gambar 4. 14 Kecepatan Aliran Variasi 1.....	73
Gambar 4. 15 Kecepatan Aliran Variasi 2.....	74
Gambar 4. 16 Kecepatan Aliran Variasi 3.....	74
Gambar 4. 17 Kecepatan Aliran Variasi 4.....	74
Gambar 4. 18 Kecepatan Aliran Variasi 5.....	75
Gambar 4. 19 Kecepatan Aliran Variasi 6.....	75
Gambar 4. 20 Kecepatan Aliran Variasi 7.....	75
Gambar 4. 21 Kecepatan Aliran Variasi 8.....	76
Gambar 4. 22 Kecepatan Aliran Variasi 9.....	76
Gambar 4. 23 Perbedaan trend grafik pada kecepatan alir.....	77
Gambar 4. 24 Temperature Tuang Variasi 1.....	78
Gambar 4. 25 Temperature Tuang Variasi 2.....	78
Gambar 4. 26 Temperature Tuang Variasi 3.....	78
Gambar 4. 27 Temperature Tuang Variasi 4.....	79
Gambar 4. 28 Temperature Tuang Variasi 5.....	79
Gambar 4. 29 Temperature Tuang Variasi 6.....	79
Gambar 4. 30 Temperature Tuang Variasi 7.....	80
Gambar 4. 31 Temperature Tuang Variasi 8.....	80
Gambar 4. 32 Temperature Tuang Variasi 9.....	81
Gambar 4. 33 Perbedaan trend grafik pada temperature tuang.....	82
Gambar 4. 34 Cacat Misrun Variasi 1.....	83
Gambar 4. 35 Cacat Misrun Variasi 2.....	83
Gambar 4. 36 Cacat Misrun Variasi 3.....	83
Gambar 4. 37 Cacat Misrun Variasi 4.....	84
Gambar 4. 38 Cacat Misrun Variasi 5.....	84
Gambar 4. 39 Cacat Misrun Variasi 6.....	84
Gambar 4. 40 Cacat Misrun Variasi 7.....	84
Gambar 4. 41 Cacat Misrun Variasi 8.....	85
Gambar 4. 42 Cacat Misrun Variasi 8.....	85
Gambar 4. 43 Perbedaan trend grafik pada luas area cacat misrun.....	86





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**DAFTAR LAMPIRAN**

Pengaplikasian Software MagmaSoft 5.3.0.4.....	Lampiran 1
Hasil Pengecekan Spectrometer material.....	Lampiran 2
Foto produk piston x NG dan OK.....	Lampiran 3
Cetakan Produk NG dan OK.....	Lampiran 4
Data produksi foundry aktual pada mesin H18.....	Lampiran 5
Drawing produk blank casting piston OK.....	Lampiran 6





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Penelitian

Pengecoran logam adalah proses penuangan logam yang dilelehkan ke dalam cetakan kemudian dibiarkan membeku. Proses pengecoran ini banyak dipilih karena proses ini mempunyai kelebihan di antaranya adalah mampu menghasilkan produk dengan geometri yang kompleks dengan proses yang ekonomis[1]. Piston merupakan Salah satu produk yang dihasilkan dengan metode pengecoran logam. Salah satu perusahaan yang bergerak pada produksi piston adalah PT. XYZ. Piston merupakan komponen dari mesin pembakaran dalam yang berfungsi sebagai penekan udara masuk dan penerima hentakan pembakaran pada ruang bakar silinder liner[2]. Pada proses pengecoran piston, tidak semua produk hasil pengecoran dapat digunakan karena adanya *defect* sehingga tidak memenuhi spesifikasi dari perusahaan pemesan[1]. Salah satu cacat yang terjadi pada pengecoran adalah cacat misrun.

Cacat misrun adalah pengecoran yang tidak menyatu yang menyebabkan pengecoran belum selesai, tepi dari cacat misrun berbentuk bulat dan halus. Ketika logam tidak dapat mengisi rongga cetakan sepenuhnya dan dengan demikian meninggalkan bagian yang tidak terisi yang disebut misrun[3]. Pada piston *motorcycle* Tipe X yang diproduksi di PT XYZ ini banyak di temukan reject Misrun. Hal ini menjadi permasalahan yang penting karena piston type X ini merupakan produksi terbanyak dan juga reject terbanyak di PT XYZ dilihat dari data *reject* produksi aktual selama 3 bulan dimulai dari bulan Desember 2021-Februari 2022 dengan presentase 6.3% sehingga target produksi tidak tercapai. Menurut data BPS kenaikan jumlah permintaan kendaraan bermotor meningkat sebanyak 4% dari tahun 2018-2020 sehingga berdampak pada permintaan piston di pasar yang juga meningkat[4]. Berdasarkan masalah tersebut dilakukan perbaikan untuk





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

mengatasi cacat misrun pada piston tipe X sehingga proses produksi dapat berjalan dengan maksimal dan dapat memenuhi target produksi.

Dalam beberapa tahun terakhir studi mengenai variasi parameter pengecoran dan gating system sudah banyak dilakukan untuk mengatasi cacat pada hasil pengecoran. Shaikh dkk melakukan penelitian bahwa desain ingate dan posisi runner menentukan laju aliran dan kecepatan aliran berpengaruh pada hasil produk. penelitian yang dilakukan Kadarisman Syah, dkk menunjukkan bahwa mengurangi reject dengan memperbesar ingate salah satu hal efektif untuk mengurangi cacat shrinkage[5]. Hasil penelitian Chengzhang LI dkk menunjukkan bahwa cacat dapat dihilangkan dengan meningkatkan suhu pemanasan awal cetakan dan suhu penuangan, merubah bentuk runner. Dalam penelitian Raveendran ditemukan bahwa dengan mengubah runner dalam gating system dari produk kipas mengurangi efek aliran buruk sehingga mengurangi cacat pada produk[6]. Menurut penelitian Kumar, V. Vinoth dkk menunjukkan bahwa pengecoran dengan menggunakan analisis simulasi untuk pengembangan dan optimalisasi. proses menghasilkan produktivitas yang lebih baik. Penggunaan software Magma juga memberikan hasil yang hampir sama dengan kenyataan[7]. Penelitian Ambekar dkk menjelaskan Pengecoran bebas cacat dengan biaya produksi minimum telah menjadi kebutuhan industri[7], [8]. Sistem gating desain memainkan peran penting dalam kualitas. Menurut Šabík Vladimír bahwa industri foundry saat ini untuk mencapai produksi komponen cor berkualitas tinggi, kompetitif. Inovasi dan optimalisasi merupakan elemen penting. Dengan bantuan simulasi numerik, memungkinkan untuk menggantikan eksperimen yang menuntut finansial dan memakan waktu [9]. kesalahan utama dalam pengecoran adalah pemilihan parameter proses yang salah adalah desain sistem saluran[10]. Mengacu pada penelitian terdahulu dapat disimpulkan bahwa mengubah gating system merupakan hal yang efektif untuk mengatasi permasalahan reject misrun. Karena kurangnya prosedur teoritis yang ada, proses perancangan biasanya dilakukan secara trial-and-





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

error menggunakan CAE.

Bedasarkan uraian di atas Penelitian untuk melihat cacat misrun dalam proses pengecoran dengan berbagai parameter proses dan metode telah banyak dilakukan, dengan memvariasikan temperature dan merubah geometri gating system. Namun, penelitian untuk melihat pengaruh bentuk runner dan luas ingate kepada cacat misrun masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini sangat perlu dilakukan karena hasilnya sangat berpengaruh besar terhadap penyelesaian masalah cacat misrun pada PT. XYZ dan dapat menjadi acuan dalam proses pengecoran di dunia otomotif. penelitian ini digunakan juga metode *finite different method* menggunakan software MAGMASOFT. Kelebihan software MAGMASOFT adalah simulasi yang dihasilkan berguna sebagai acuan karena mendekati kenyataan di lapangan[5], [9]. Software MAGMASOFT untuk memodelkan pengisian Gravity Die Casting sehingga dapat terlihat prediksi lokasi dimana yang mungkin terjadi cacat cacat misrun.

## 1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Dari latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, permasalahan yang dihadapi dalam penelitian ini sebagai berikut:

- a. Bagaimana pengatasan masalah untuk menurunkan *reject* misrun piston tipe X?
- b. Bagaimana pengaruh bentuk *Runner* dan geometri *Ingate* pada sistem saluran terhadap cacat misrun piston tipe X?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut :

- a. Melakukan optimalisasi sistem saluran untuk menurunkan *reject* misrun piston tipe X.
- b. Mengetahui pengaruh variasi bentuk *Runner* dan luas *Ingate* pada sistem saluran terhadap cacat misrun piston type X



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

#### 1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian ini, agar pembahasan lebih terfokus dan terarah, maka batasan permasalahan yang akan dibahas sebagai berikut:

- a. Meminimalisir terjadinya cacat *misrun*.
- b. Analisis variasi bentuk *Runner* dan geometri *Ingate* dengan pendekatan software simulasi pengecoran menggunakan MAGMASOFT
- c. Kecepatan penguangan dan temperature cetakan dianggap konstan.
- d. Validasi hasil *Runner* dan *Ingate* dari hasil simulasi yang paling optimal dari software MAGMASOFT
- e. Paduan Aluminum yang digunakan sudah ketetapan dengan komposisi Si 12%-13% sesuai standar JIS yaitu AC8A.
- f. Cetakan yang digunakan adalah cetakan permanen sistem pengecoran gravitasi dengan material SKD61.
- g. Pengujian yang dilakukan dengan pengecekan komposisi material, visual inspection, penetrant test, dan mikrostruktur.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini sangat penting dilakukan karena mempunyai manfaat dan memberukan kontribusi dalam berbagai hal :

1. Hasil Penelitian ini dapat mengurangi *reject misrun* pada piston Tipe X yang menjadi acuan di PT. XYZ
2. Hasil Penelitian ini dapat memenuhi target produksi piston Tipe X yang menjadi acuan di PT. XYZ
3. Hasil Penelitian ini mendapatkan bentuk *Runner* dan geometri *Ingate* pada sistem saluran yang optimal untuk piston tipe X





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## 1.6 Sistematika Penulisan Skripsi

Skripsi ini disusun dalam 5 (lima) bab dengan sistematika sebagai berikut :

### **BAB I. PENDAHULUAN**

Bab ini terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, Pertanyaan penelitian, Tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan skripsi.

### **BAB II. TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi tentang Pustaka yang berkaitan dengan penelitian seputar gravity die casting, *Runner*, *Ingate*, cacat *misrun*, software simulasi pengecoran (MagmaSoft), variasi konsep *Runner*, dan *Ingate*.

### **BAB III. METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini terdiri dari metodologi penelitian yang meliputi diagram alir penelitian, penjelasan mengenai diagram alir, software yang digunakan dalam penelitian, metode dalam membuat variasi konsep, variabel penelitian, alat dan bahan yang digunakan dalam quality check, dan langkah penelitian.

### **BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Bab ini terdiri dari hasil penelitian dan pembahasan, berisi data-data yang diperoleh dari hasil pengujian konsep desain, validasi pengecoran, dan quality check dari hasil pengecoran.

### **BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan saran untuk penelitian selanjutnya



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Hasil Analisa menggunakan metode simulasi numerik *finite different method* (FDM) mengenai pengaruh bentuk *runner* dan luas *ingate* pada produk pengecoran piston X didapatkan kesimpulan bahwa :

- a. Pada 9 variasi yang disimulasikan dengan MAGMASOFT didapatkan satu variasi paling optimal yaitu luas *ingate* sebesar  $264 \text{ mm}^2$  dan bentuk sudut *runner* sebesar  $160^\circ$  yang mempengaruhi *flow tracer* yang menjadi laminer dengan kecepatan aliran lebih cepat sebesar  $0.275 \text{ m/s}$  dan temperature tuang lebih panas sebesar  $695.2^\circ$  pada profil tipis yaitu window. Hasil yang di dapatkan dengan tidak adanya cacat misrun atau *incomplete casting* yang terbentuk.
- b. Hasil simulasi produk sebelum dan setelah modifikasi, dilakukan validasi di lapangan dengan membandingkan hasil keduanya melalui pengecekan *penetrant test* dan mikrostruktur. Dilakukan juga *controlling visual inspection* selama 1 bulan, mendapatkan hasil turunya reject sebanyak 50% dari *reject* sebelumnya dan memenuhi target produksi pada PT XYZ.

#### 5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, maka saran yang di rekomendasikan peneliti sebagai berikut :

1. Jika ingin melakukan penelitian sejenis sebaiknya, perlu dilakukan pengujian dengan jenis yang lain dan semua variasi pola agar mendukung data-data yang ada terhadap hasil validasi.
2. Software simulasi pengecoran merupakan suatu alat bantu dalam memprediksi adanya kemungkinan potensi cacat, sehingga agar hasilnya dapat sesuai dengan lapangan harus di sesuaikan dengan kondisi dan parameter pengecoran yang akan di laksanakan.





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Suprihanto and Y. P. Umardani dan Wahyudi, “Analisis Cacat Cor Pada PROSES PENGECORAN BURNER KOMPOR (STUDI KASUS DI PT. SUYUTI SIDO MAJU, CEPER).” [Online]. Available: <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/rotasi-27->
- [2] A. Kurniawan, S. A. Widyanto, and Y. Umardhani, “PENGARUH TEMPERATUR CETAKAN PADA CACAT VISUAL PRODUK PISTON DENGAN METODE DIE CASTING,” 2013.
- [3] P. K. Ganguly and R. Rana, “IJESRT INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING SCIENCES & RESEARCH TECHNOLOGY A REVIEW ON REDUCING CASTING DEFECTS AND IMPROVING PRODUCTIVITY IN A SMALL SCALE FOUNDRY USING DMAIC APPROACH,” *Int J Eng Sci Res Technol*, vol. 115, doi: 10.5281/zenodo.1312726.
- [4] “Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis (Unit) 2018-2020.”
- [5] T. Gde and T. Nindhia, “Studi Struktur mikro Silikon dalam Paduan Aluminium-Silikon pada Piston dari Berbagai Merek Sepeda Motor,” 2010.
- [6] H. S. Sodhi and A. Tiwary, “APPLICATION OF DIE CASTING: A REVIEW PAPER Synergy of Lean and Six Sigma for scrap reduction in Indian SME’s View project OPTIMISATION OF CNC TURNING PARAMETERS FOR Al 7020 THROUGH RESPONSE SURFACE METHOD View project APPLICATION OF DIE CASTING: A REVIEW PAPER.” [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/342349012>
- [7] Dbn. Muruga, M. Kumar, M. Muruga, I. year Post Graduate, I. year Under Graduate, and A. Professor, “Analysis of Gravity Die Casted Aluminium parts using MAGMA Hurdles faced by Education sector in India during Online Learning System View project Home Made STP (Sewage Treatment Plant) View project Analysis of Gravity Die Casted Aluminium parts using MAGMA,” *International Journal of Trendy Research in Engineering and Technology*, vol. 3, 2019, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/336120177>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [8] S. A. Ambekar and S. B. Jaju, "A Review on Optimization of Gating System for Reducing Defect," *International Journal of Engineering Research and General Science*, vol. 2, no. 1, 2014, [Online]. Available: [www.ijergs.org](http://www.ijergs.org)
- [9] V. Šabík, P. Futáš, A. Pribulová, and P. Delimanová, "Optimization of a gating system by means of simulation software to eliminate cold shut defects in casting," *Journal of Casting & Materials Engineering*, vol. 5, no. 1, pp. 1–4, Mar. 2021, doi: 10.7494/jcme.2021.5.1.1.
- [10] S. Umarane, Dr. D. N. Raut, and N. Dodiya, "A Review on Elimination of Defects in Gravity Die Cast Al-Alloy Casting Using Autocast Simulation," *International Journal of Scientific Engineering and Research (IJSER)*, 2015.
- [11] R. Yustisiabellah and I. Sidharta, "Perancangan Gating System pada Piston Mobil Sinjai Dengan Metode Gravity Die Casting".
- [12] "Alloying Understanding the Basics (06117G) (J. R. Davis) (z-lib.org)".
- [13] R. Menezes Nunes UFRGS *et al.*, *ASM International Metals Casting, Vol 15*.
- [14] I. J. Polmear, D. StJohn, J.-F. Nie, and M. Qian, *Light alloys : metallurgy of the light metals*.
- [15] "Aluminum and Aluminum Alloys Introduction and Overview," 2001, doi: 10.1361/autb2001p351.
- [16] A. Hamasaiid, M. S. Dargusch, and G. Dour, "The impact of the casting thickness on the interfacial heat transfer and solidification of the casting during permanent mold casting of an A356 alloy," 2019.
- [17] M. P. Groover, "Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes, and Systems Seventh Edition."
- [18] Dbn. Muruga, M. Kumar, M. Muruga, I. year Post Graduate, I. year Under Graduate, and A. Professor, "Analysis of Gravity Die Casted Aluminium parts using MAGMA Hurdles faced by Education sector in India during Online Learning System View project Home Made STP (Sewage Treatment Plant) View project Analysis of Gravity Die Casted Aluminium parts using MAGMA," *International Journal of Trendy Research in Engineering and Technology*, vol. 3, 2019, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/336120177>
- [19] H. S. Sodhi and A. Tiwary, "APPLICATION OF DIE CASTING: A REVIEW PAPER Synergy of Lean and Six Sigma for scrap reduction in Indian SME's View project OPTIMISATION OF CNC TURNING PARAMETERS FOR Al 7020 THROUGH RESPONSE SURFACE METHOD View project APPLICATION OF DIE CASTING: A REVIEW





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- PAPER.” [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/342349012>
- [20] “BANDUNG POLYTECHNIC FOR MANUFACTURING.” [Online]. Available: [www.polman.com](http://www.polman.com)
- [21] A. Juriani, “Casting Defects Analysis in Foundry and Their Remedial Measures with Industrial Case Studies,” *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE) e-ISSN*, vol. 12, no. 6, pp. 43–54, doi: 10.9790/1684-12614354.
- [22] S. R. Schmid, *Serope Kalpakjian*.
- [23] H. Y. Seo, C. K. Jin, and C. G. Kang, “Design of a gate system and riser optimization for turbine housing and the experimentation and simulation of a sand casting process,” *Advances in Mechanical Engineering*, vol. 10, no. 8, Aug. 2018, doi: 10.1177/1687814018795045.
- [24] “Foundry, Forming and Welding Fifth Edition.”
- [25] M. A. A. Khan and A. K. Sheikh, “A comparative study of simulation software for modelling metal casting processes,” *International Journal of Simulation Modelling*, vol. 17, no. 2, pp. 197–209, Jun. 2018, doi: 10.2507/IJSIMM17(2)402.
- [26] M. A. A. Khan and A. K. Sheikh, “Simulation tools in enhancing metal casting productivity and quality: A review,” *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, vol. 230, no. 10. SAGE Publications Ltd, pp. 1799–1817, Oct. 01, 2016. doi: 10.1177/0954405416640183.
- [27] F. C. Campbell, “Inspection of Metals-Understanding the Basics INSPECTION OF METALS UNDERSTANDING THE BASICS Edited by,” 2013. [Online]. Available: [www.asminternational.org](http://www.asminternational.org)
- [28] C. Li, H. Tang, J. Li, and H. Yang, “Numerical simulation of misrun defect of bimetallic composite pipe by investment casting,” in *Applied Mechanics and Materials*, 2013, vol. 251, pp. 442–445. doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.251.442.
- [29] M. Bilal Naim Shaikh, S. Ahmad, A. Khan, and M. Ali, “Optimization of Multi-Gate Systems in Casting Process: Experimental and Simulation Studies,” in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Oct. 2018, vol. 404, no. 1. doi: 10.1088/1757-899X/404/1/012040.
- [30] N. K. Akhil Raveendran and M. Student, “Optimization of Runner Design in Pressure Die Casting Prof. Amol N. Patil.” [Online]. Available: [www.ijert.org](http://www.ijert.org)



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [31] System, “IJMPERD - DEFECT ANALYSIS OF INLET TUBE CASTING BY COMPUTER SIMULATION \_Revieweed\_.” [Online]. Available: [www.tjprc.org](http://www.tjprc.org)
- [32] “Simulating the effect of gating design and pouring temperature on LM4 casting quality.”
- [33] T. Prajapati and M. Sutaria, “Geometry Dependency of Filling Related Defects,” *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)*, 2013, [Online]. Available: <http://www.ijettjournal.org>
- [34] F. C. Campbell, “Inspection of Metals-Understanding the Basics INSPECTION OF METALS UNDERSTANDING THE BASICS Edited by,” 2013. [Online]. Available: [www.asminternational.org](http://www.asminternational.org)







## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





**Hak Cipta :**  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

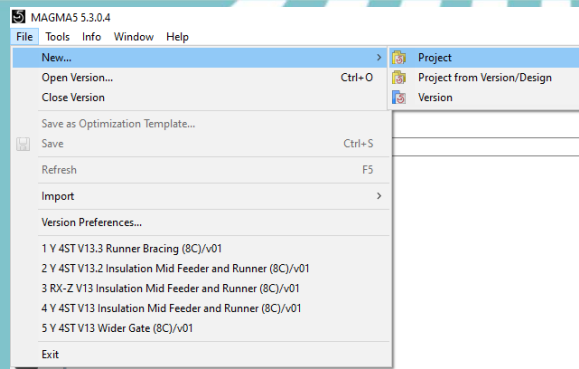
## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Pengaplikasian Software Magmasoft 5.3.0.4

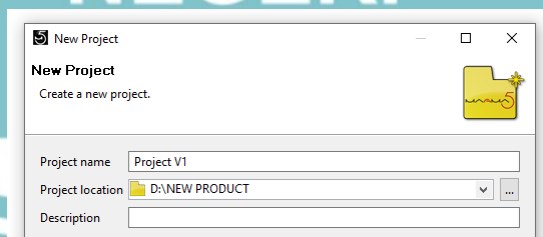
1). Buka File MagmaSoft5 5.3.0.4 pada Komputer



2). Pilih File > New > Project



3). Beri nama file pada kolom project name > tentukan lokasi folder project.

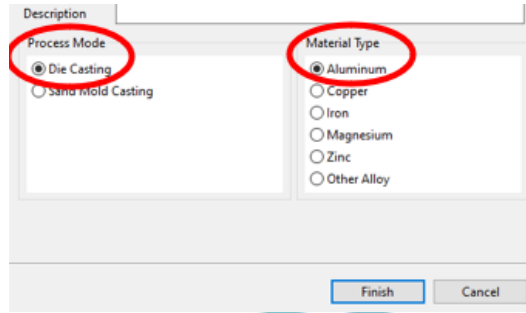


4). Pastikan memilih Die casting pada process mode, karena proses gravity die casting, lalu material type yang dipilih aluminium. Setelah itu finish.

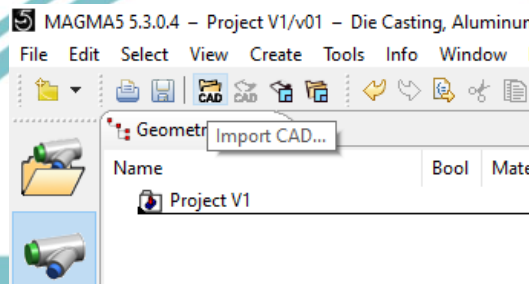


**Hak Cipta :**

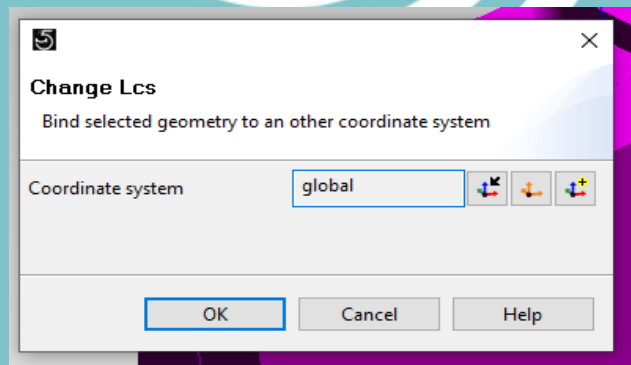
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritikan atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



5). Pilih bagian import CAD pada tab menu atas



6). Pilih file CAD yang telah diubah dalam format .SAT, change LCS dengan koordinat system global lalu OK.

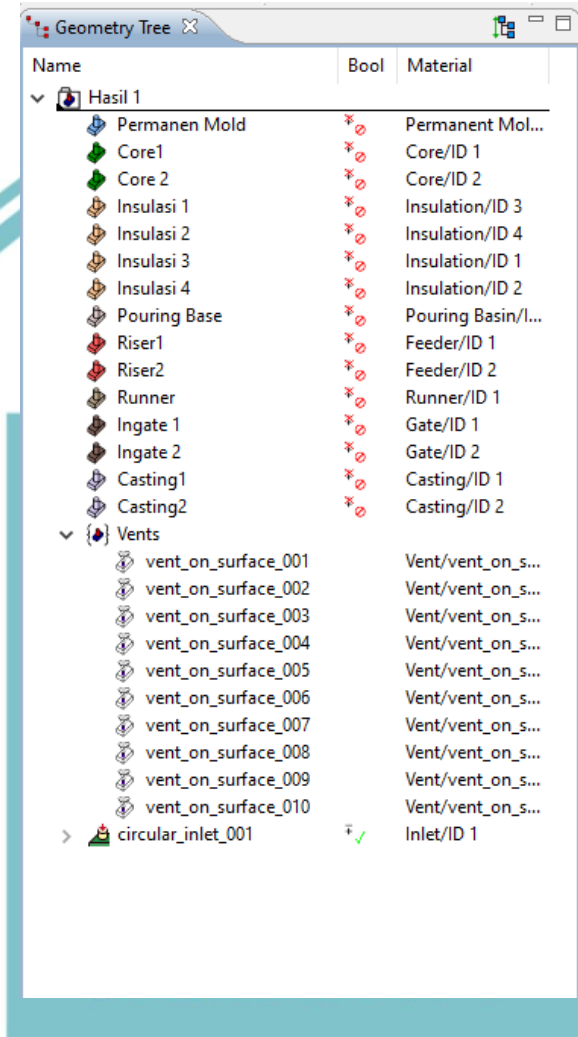


- 7). Tampilan setelah berhasil import file CAD.
- 8). Beri nama pada masing-masing komponen agar mudah mengidentifikasi komponen pada saat mendefinisikan fungsinya.
- 9). Definisikan cetakan sebagai permanent mold terlebih dahulu agar mudah melihat komponen lainnya.
- 10.) Urutkan komponen dengan tepat dimana yang lebih di dalam men-subtract yang di luar (seperti : feeder berada di dalam insulation maka insulation > feeder)

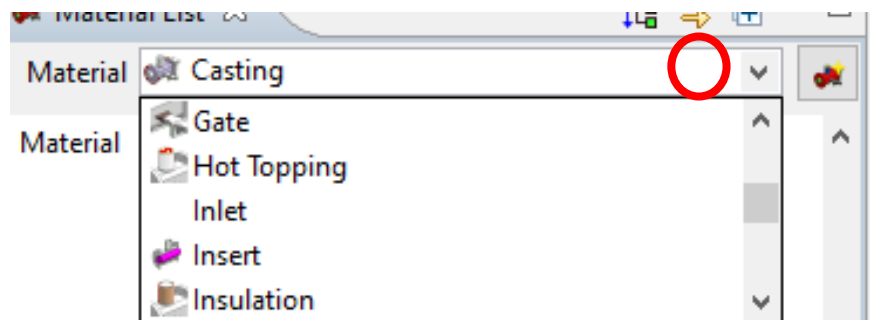
Urutan 8-10 seperti pada gambar dibawah

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Untuk mendefinisikan komponen hanya dengan drag list fungsi yang berada dibawah, lalu drag nama bagian sesuai dengan bagian pada gambar 3Dnya.

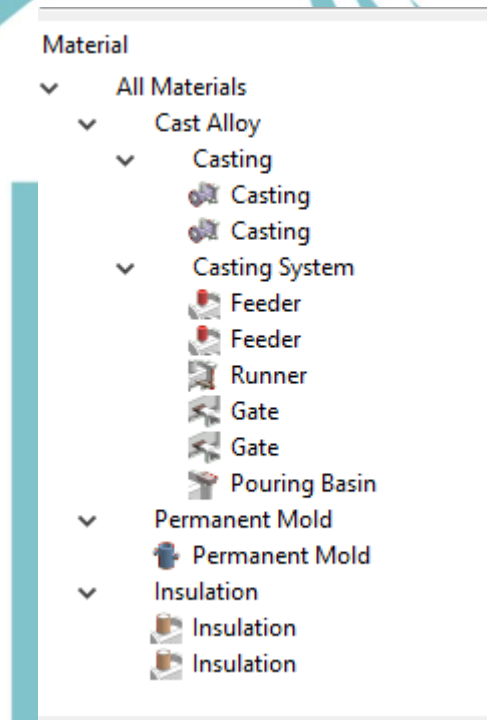




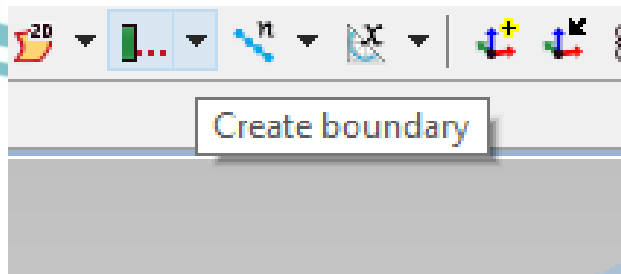
**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Apabila fungsi komponen tidak ada dapat ditambahkan pada bagian lingkaran berwarna merah lalu klik pada tombol di sebelahnya.



11). Pilih Create Boundary pada tab bagian atas lalu pilih Circular Inlet

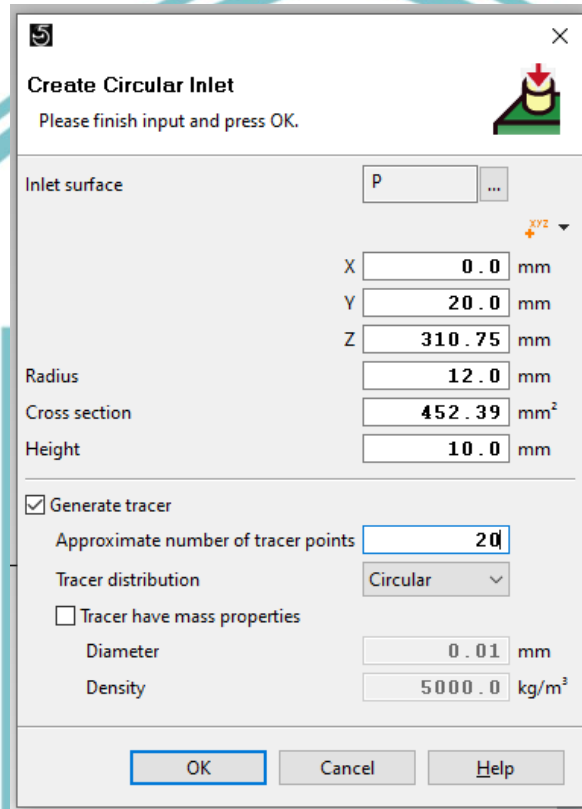
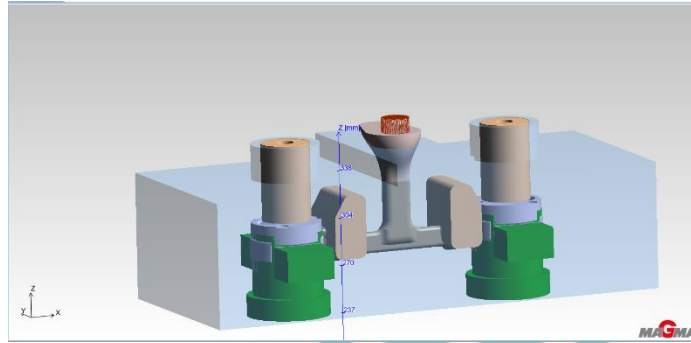


12). Pada bagian inlet surface klik pada surface atas bagian pouring basin, lalu atur koordinat X Y dengan tepat

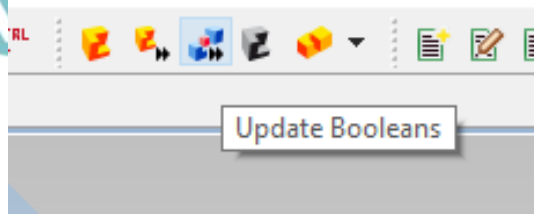


**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Atur Number of Tracer Points sesuai yang diharapkan (semakin tinggi, semakin terlihat visualisasi aliran)



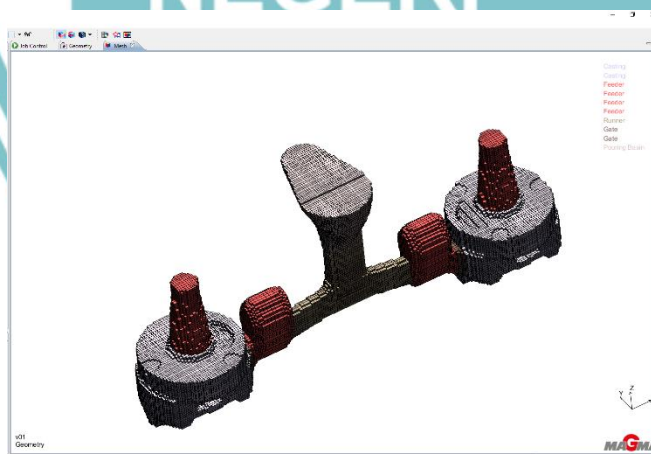
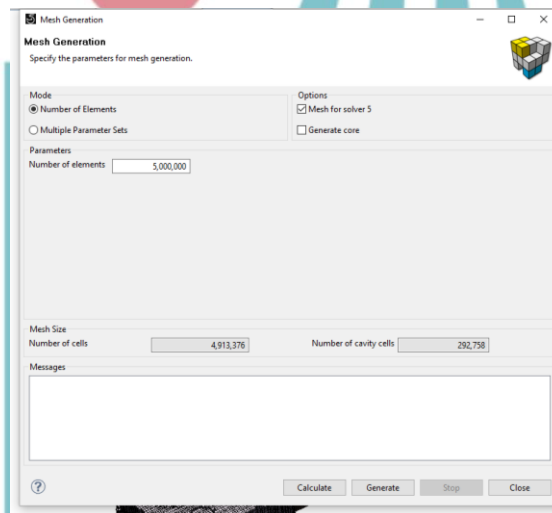


Lalu pilih update Booleans setelah selesai dengan konfigurasi geometry.

13). Pilih bagian Mesh pada tab samping



14). Masukkan jumlah mesh yang sesuai dengan volume geometri

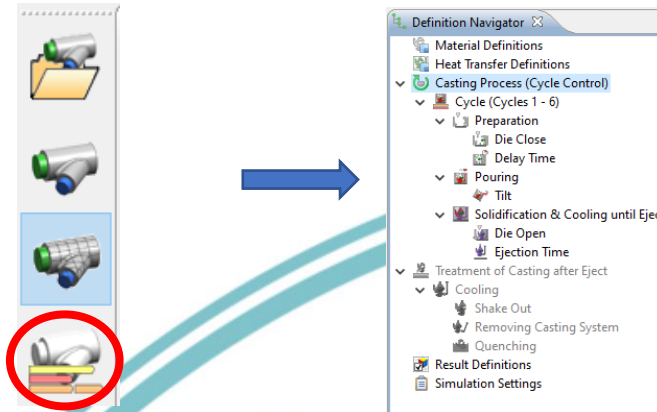


15). Cek apabila mesh memiliki error (Air Contact bukan error hanya mengindikasikan bagian yang terbuka). Error dapat diminimalisir dengan mengubah geometri dan mengatur jumlah mesh.

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

16.) Pilih bagian Cycle pada tab samping



17.) Setelah keluar menu Definition Navigator lalu pilih Material Definition untuk menyesuaikan material yang dipakai dengan simulasi, seperti pada Gambar 3.20

- Material piston didefinisikan Al-Si12CuNiMg dengan temperatur tuang 760°C
- Material cetakan menggunakan SKD61 didefinisikan X40CrMoV5\_1 dengan temperatur 315 (°C)
- Material insulation yang digunakan sand dapat didefinisikan sleeve

Material	Mat ID	Database/Filename	Initial Temperature (°C)	Feeding Effectivity (%)
(i) Cast Alloy		MAGMA/AISI12CuNiMg	760.0	35.0
(i) Permanent Mold		MAGMA/X40CrMoV5_1	315.0	
(i) Insert		MAGMA/X40CrMoV5_1	350.0	
(i) Insulation		MAGMA/Sleeve	100.0	

18.) Setelah material didefinisikan lalu klik Heat Transfer Definitions untuk mendefinisikan perpindahan panas yang terjadi selama proses pengecoran antar media seperti : (pada dimodul magma)

Material 1	Mat ID	Material 2	Mat ID	Database/Filename	Type
Cast Alloy		Permanent Mold		MAGMA/AISI12CuNiMg-mold	Temperature Dependent HTC
Cast Alloy		Insert		MAGMA/AISI12CuNiMg-mold	Temperature Dependent HTC
Cast Alloy		Insulation		MAGMA/AISI12CuNiMg-coat	Temperature Dependent HTC
Permanent Mold		Insert		MAGMA/MERGEMATERIALS	Constant HTC
Permanent Mold		Insulation		MAGMA/C500.0	Constant HTC

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



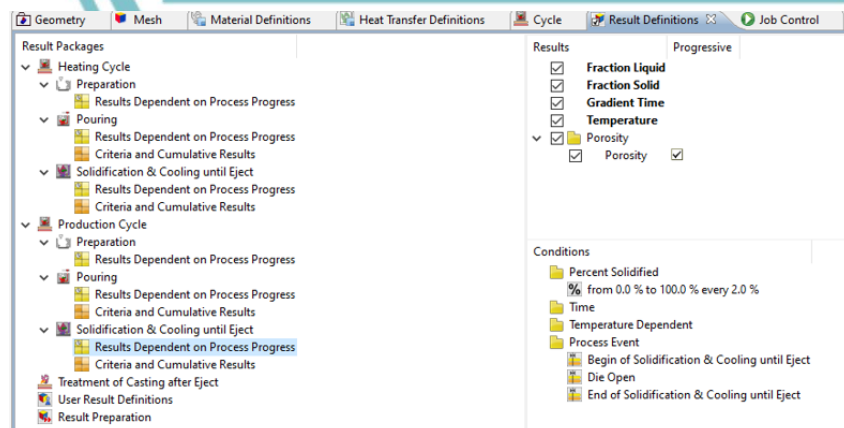
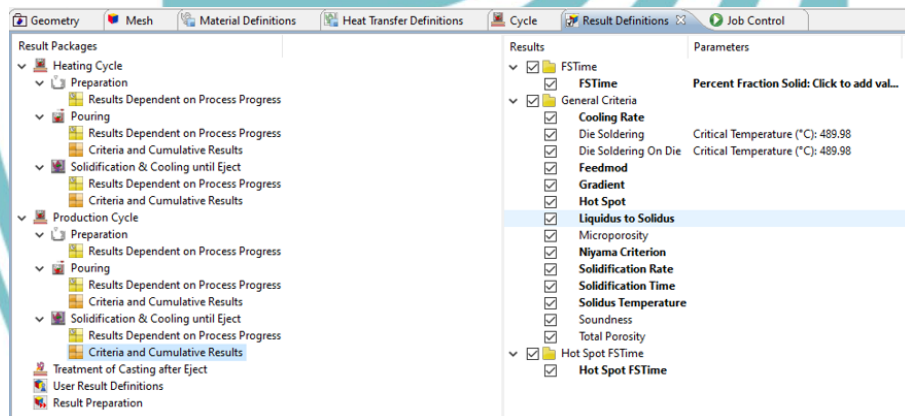
## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Cairan logam dengan Cetakan  
Terjadi perpindahan panas dari Al-Si12CuNiMg dengan mold temperature dependent HTC
- Cairan logam dengan Insert (core)  
Terjadi perpindahan panas dari Al-Si12CuNiMg dengan mold temperature dependent HTC
- Permanent mold dengan Insert (core) Mergematerials  
Constant HTC
- Permanent mold dengan insulation C500  
Constant HTC

- 19). Setelah tahapan material definition, dan heat transfer definition maka dilanjutkan dengan simulasi casting process disesuaikan dengan trial dilapangan sebelumnya.
- 20). Pastikan result definition dapat mendeteksi semua data yang diinginkan.

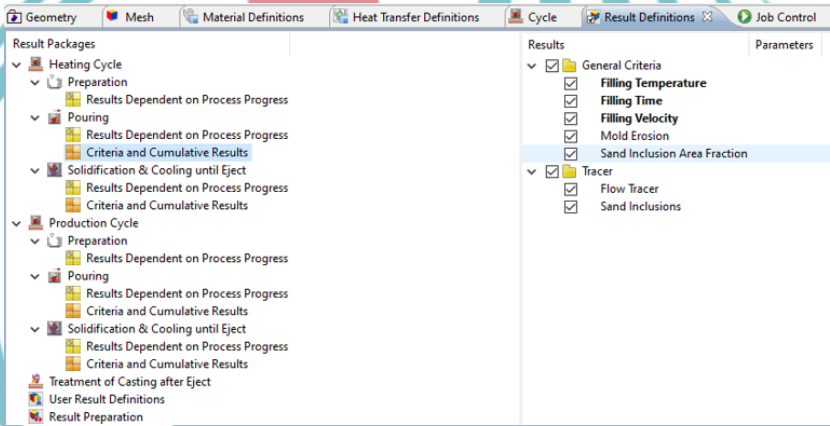
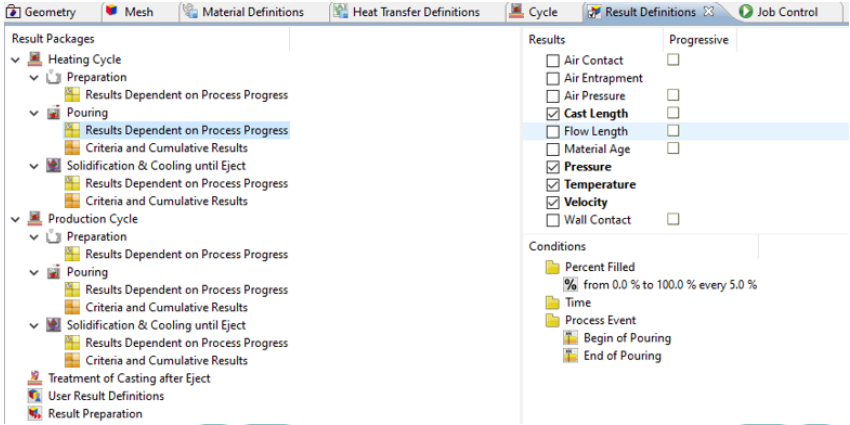






### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Lampiran 2 Hasil Pengecekan Spectrometer Material AC8A Pada Piston Motorcycle X

		PT FEDERAL IZUMI MFG										SPECTRO	
		SPEKTROMETER CHECK RESULT											
Method:		AC8A-K										8/18/2022 9:10:51 PM	
Comment:		Al-AC8A										Operator:	
Sample Name:		AC8A										0210	
Model:		Furnace:										Charge:	
TEST PIECE		MF										338	
		Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti				
		%	%	%	%	%	%	%	%				
min		11.30		0.800		0.800							
Ø (1)		11.81	0.637	1.10	0.0682	0.949	0.0325	0.0859	0.0432				
max		12.70	0.650	1.30	0.150	1.20	0.100	0.150	0.200				
		Na	Ca	Ni	Pb	P	Sn	Co	V				
		%	%	%	%	%	%	%	%				
min				0.900									
Ø (1)		< 0.00005	0.00036	1.11	0.0033	0.0042	0.0042	0.00082	0.0135				
max				1.40	0.0500		0.0500						
		Sr	Be	Hg	Zr	Cd	Bi	Al					
		%	%	%	%	%	%	%					
min													
Ø (1)		< 0.00010	0.00016	0.0043	0.0059	0.00087	< 0.0010	84.1					
max													

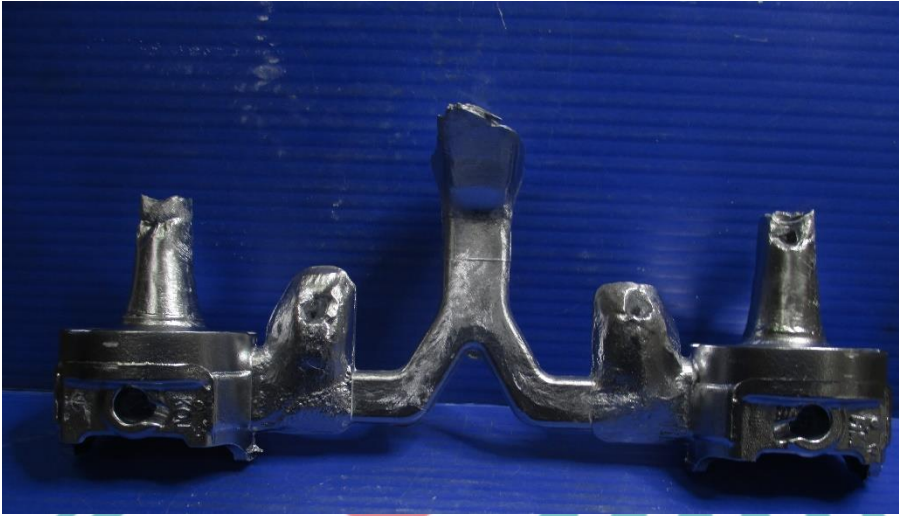
#### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA

### Lampiran 3 Foto Produk Piston X Sebelum dan sesudah di Modifikasi

Produk Piston X Sebelum di modifikasi



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

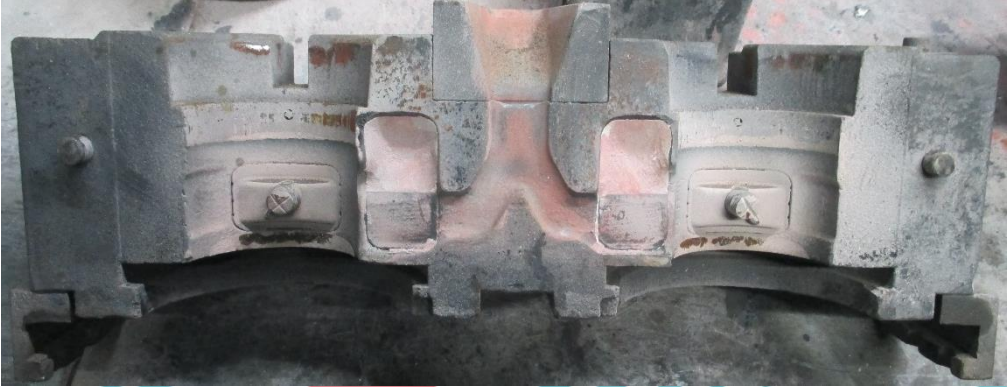
Produk Piston X Setelah di Modifikasi



- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
  2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## Lampiran 4 Foto Cetakan Produk NG dan OK

Cetakan Produk NG



Cetakan Produk OK



### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 5 Data Produksi *Foundry actual* pada mesin hisi 18 di PT XYZ Sebelum dan sesudah di modifikasi

➤ Data Produksi Sebelum dimodifikasi

- Desember 2021

MESIN	SHIFT	TGL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	TOTAL
H18	2	PLAN		900	900			900	900	500	900	900			900	900	500	900	900			900	900											12700
		ACT		875	885			870	840	430	890	870			870	855	505	820	865			880	890											12210

- Januari 2022

MESIN	SHIFT	TGL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	TOTAL
H18	2	PLAN			900	900	500	900	900			900	900	500	900	900			900	900	500	900	900			900	900	500	900	900			900	17300
		ACT			830	845	460	890	885			875	865	435	850	860			875	850	465	835	910			880	840	500	890	860			875	15700

- Februari 2022

MESIN	SHIFT	TGL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	TOTAL
H18	2	PLAN	900	900	500	900			900	500	900	900	500			900	900	500	900	900			900	900	500	900	900			900	16000
		ACT	870	830	450	875			850	460	880	840	470			860	840	485	905	845			850	840	490	875	880			850	15245



- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



➤ Data Produksi Sesudah dimodifikasi

- Juli 2022

MESIN	SHIFT	TGL	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	TOTAL
H18	2	PLAN	900	900	500	900	900			900	900	500	900	900			900	900	500	900	900			900	900	500	900	900			16400
		ACT	910	960	555	905	900			1000	950	540	1000	962			930	940	600	1000	910			925	955	600	980	987			17509

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta



**Hak Cipta :**

- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
- Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 6 Drawing Produk Blank Casting Piston X OK

## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

