

**TUGAS AKHIR**  
**SIMULASI LAJU ALIRAN PENGECORAN DALAM PROSES**  
**PEMBUATAN BLOK SILINDER MOTOR BAKAR**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh:**

**MELPAN**  
**1507230161**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**MEDAN**  
**2019**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

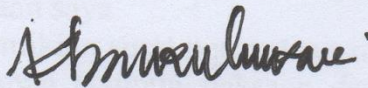
Nama : Melpan  
NPM : 1507230161  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Skripsi : Simulasi Laju Aliran Pengecoran Dalam Proses Pembuatan Blok Silinder Motor Bakar  
Bidang ilmu : Konstruksi & Manufaktur

Telah berhasil di pertahankan di hadapan tim penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 11 September 2019

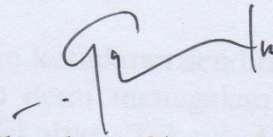
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



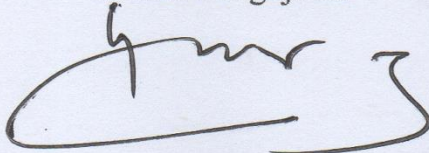
Khairul Umurani.S.T.,M.T

Dosen Penguji II



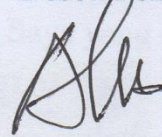
Chandra A Siregar.S.T.,M.T

Dosen Penguji III



Munawar Alfansury Siregar,S.T.,M.T

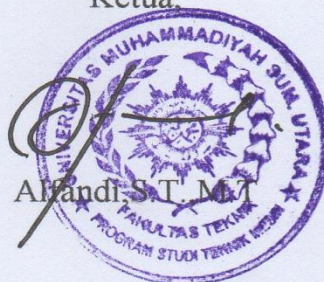
Dosen Penguji IV



Sudirman Lubis, S.T.,M.T

Program Studi Teknik Mesin

Ketua



## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawa ini:

Nama Lengkap : Melpan  
Tempat / Tanggal Lahir : Helvetia / 09 april 1997  
NPM : 1507230161  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

**“ Simulasi Laju Aliran Pengecoran Dalam Proses Pembuatan Blok Silinder Motor Bakar “**

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, atau pun segala kemungkinan lain, yang hakekatnya bukan merupakan karya tulis tugas Akhir saya secara orisinal dan otenti

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia di peroses oleh tim fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 11 September 2019

Saya yang menyatakan



Melpan

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui *pressure drop* dengan kecepatan masuk (*velocity*). Proses pengecoran pembuatan blok silinder motor bakar dilakukan dengan cara menuang material yang telah di lelehkan ke dalam cetakan. Bahan pada cetakan menggunakan pasir silika atau material *Carbon Dioxide*, Fluida yang di gunakan dalam penelitian ini adalah alumunium cair. Dalam simulasi pengecoran menggunakan sebuah metode, yaitu metode *Computational Fluid Dynamic* (CFD) dengan menggunakan *software Solidwork 2014*. Hasil yang diperoleh dari pengolahan data disusun berbentuk Tabel dan Grafik. Grafik yang diamati terdiri antara *pressure drop* terhadap sumbu Z dengan Velocity yang sudah diasumsikan. Dari grafik yang di hasilkan diharap mampu memberikan hasil penuangan yang baik dalam nilai kecepatan.

**Kata Kunci** : Simulasi, Laju Aliran, CFD

## **ABSTRACT**

*This study aims to determine the pressure drop with an assumed velocity. The casting process of making a combustible motor cylinder block is done by pouring the melted material into a mold. The material in the mold using silica sand or Carbon Dioxide material, the fluid used in this research is liquid aluminum. In casting simulation using a method, the Computational Fluid Dynamic (CFD) method using Solidwork 2014 software. The results obtained from data processing are arranged in the form of Tables and Graphs. The observed graph consists of a pressure drop with respect to the Z axis and the assumed velocity. From the graph produced, it is expected to be able to provide a good pouring result in the speed value.*

**Keywords :** *Simulation, Flow rate, CFD*

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasi lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tidak terkira. Salah satu nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Simulasi Laju Aliran Pengecoran Dalam Proses Pembuatan Blok Silinder Motor Bakar “ sebagai syarat untuk meraih gelar akademik sarjana Teknik pada Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara ( UMSU ) Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Munawar Alfansury Siregar,S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Sekaligus sebagai Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Sudirman Lubis,S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Khairul Umurani,S.T.,M.T. Selaku dosen pembimbing I dan penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Chandra A Siregar,S.T.,M.T. Selaku Dosen pembimbing II dan penguji yang telah banyak memeberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Selerurh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.
6. Orang tua penulis: Melwadi dan Paini, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

8. Sahabat-sahabat penulis: Muhammad Yahya lubis, Bagus surianto, Yudi Rahmanto, Agustomy kurniawan , Harun soleh hrp, dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi Mesin.

Medan, 11 September 2019



MELPAN

## DAFTAR ISI

### BAB 1 PENDAHULUAN

- 1.1. Latar belakang
- 1.2. Rumusan masalah
- 1.3. Ruang lingkup
- 1.4. Tujuan
- 1.5. Manfaat

### BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

- 2.1. Simulasi
- 2.2. Pemilihan Logam
- 2.3. Penentuan Berat Total Penjumlahan
  - 2.3.1. Penentuan Waktu Tuang
  - 2.3.2. Penentuan Tingkat Efektif Logam Cair
  - 2.3.3. Penentuan Laju Aliran Logam Cair Pada Saluran Tuang
- 2.4. Pengelasan
  - 2.4.1. Pengelasan Cermat
  - 2.4.2. Teknik Pemanganan Dan Kespatan Petar
- 2.5. Pembekuan Logam Cair
  - 2.5.1. Pembekuan Transvers (Directional Solidification)
- 2.6. Pengelasan Logam Bertekstur
  - 2.6.1. Perencanaan Die
- 2.7. Perhitungan Yang Digunakan Dalam Mold Die
  - 2.7.1. Perhitungan Jumlah energi Secara Umum
  - 2.7.2. Perhitungan Rangka Cetakan Berdasarkan Maksimum Dari Matriks Slew Capacity
  - 2.7.3. Perhitungan Heats
  - 2.7.4. Untuk Mengetahui Kekuatan Material Die dengan Persamaan Silinder Tetap Dengan Berikatan
  - 2.7.5. Teori Kecepatan Tegangan Normal Maksimum (Teori Rankine)
  - 2.7.6. Teori Kecepatan Tegangan Geser Maksimum (Teori Tresca)
- 2.8. Gambaran Umum
- 2.9. Pemilihan Material Full Die Cast

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b>	<b>xii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	2
1.3. Ruang Lingkup	2
1.4. Tujuan	2
1.5. Manfaat	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>4</b>
2.1. Simulasi	4
2.2. Pencairan Logam	4
2.3. Penentuan Berat Total Penuangan	6
2.3.1 Penentuan Waktu Tuang	7
2.3.2 Penentuan Tinggi Efektif Logam Cair	8
2.3.3 Penentuan Laju Aliran Logam Cair Pada Saluran Turun	8
2.4. Pengecoran	9
2.4.1. Pengecoran Centrifugal	10
2.4.2. Teknik Penuangan Dan Kecepatan Putar	11
2.5. Pembekuan Logam Cair	13
2.5.1 Pembekuan Terarah (Directional Solidification)	14
2.6. Pengecoran Logam Bertekanan	14
2.6.1 Perencanaan Die	15
2.7. Perhitungan Yang Digunakan Dalam Mold Die	15
2.7.1. Perhitungan Jumlah <i>cavity</i> Secara Umum	15
2.7.2. Perhitungan Rongga Cetakan Berdasarkan Maximum Dan Minimum <i>Shot Capacity</i>	15
2.7.3. Perhitungan <i>Runner</i>	16
2.7.4. Untuk Menghitung Kekuatan Material <i>Die</i> dengan Persamaan Silinder Tebal Berongga Bertekanan	16
2.7.5. Teori Kegagalan Tegangan Normal Maksimum (Teori Rankine)	16



2.7.6. Teori Kegagalan Tegangan Geser Maksimum ( Teori Tresca)	17
2.8. Gambaran Umum	17
2.9. Pemeliharaan Material Inti Dan Coran	17
2.10. Umur Cetakan	18
2.11. Temperatur Cetakan	18
2.12. Pasir Cetak	19
2.13. Distribusi Temperatur	20
2.14. Sifat Logam Cair Terhadap Sekelilingnya	20
2.15. Computation Fluid Dynamic	20
<b>BAB 3 METODOLOGI</b>	<b>24</b>
3.1 Waktu dan Tempat	24
3.1.1 Tempat	24
3.2.1 Waktu	24
3.2 Bahan dan Alat	24
3.2.1 Bahan	24
3.2.2 Alat	25
3.3 Bagan Alir Penelitian	27
3.4 Rancangan Model Simulasi	28
3.5 Prosedur Pengujian	32
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>35</b>
4.1 Hasil Simulasi	35
4.1.1. Simulasi <i>Velocity</i> 0,0001 m/s	35
4.1.2. Simulasi <i>Velocity</i> 0,0003 m/s	36
4.1.3. Simulasi <i>Velocity</i> 0,0005 m/s	38
4.1.4. Simulasi <i>Velocity</i> 0,002 m/s	40
4.1.5. Simulasi <i>Velocity</i> 0,010 m/s	41
4.2 Pembahasan	43
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>44</b>
5.1. Kesimpulan	44
5.2. Saran	44
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>45</b>
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>LEMBAR ASISTENSI</b>	
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Koefisien Kekentalan Dan Tegangan Permukaan Logam Cair	5
Tabel 3.1 Waktu Pelaksanaan Penelitian	24
Tabel 4.1 Report Velocity 0,0001 m/s	36
Tabel 4.2 Report Velocity 0,0003 m/s	38
Tabel 4.3 Report Velocity 0,0005 m/s	39
Tabel 4.4 Report Velocity 0,002 m/s	41
Tabel 4.5 Report Velocity 0,010 m/s	42

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Kecepatan Aliran Cairan Yang Keluar Dari Benjana Gaya Timbul Aliran	6
Gambar 2.2.	Gaya Tumbukan Cairan Pada Dinding	6
Gambar 2.3.	Diagram Alir Perhitungan Perancangan Pengecoran	7
Gambar 2.4.	Penentuan Tinggi Efektif Logam Cair	8
Gambar 2.5.	Mesin Horizontal Centrifugal Casting	10
Gambar 2.6.	Prinsip Pengecoran Centrifugal	12
Gambar 2.7.	Pertumbuhan Butir	13
Gambar 2.8.	Contoh <i>Grid Generation</i> Pada Metode Pre-Processing	21
Gambar 2.9.	Contoh Post-Processing Untuk Bentuk Nyala Api	22
Gambar 3.1.	Komputer Yang Digunakan	25
Gambar 3.2.	Software Solidwork	26
Gambar 3.3.	Bagan Alir Penelitian	27
Gambar 3.4.	Tampilan Awal Pada Solidwork 2014	28
Gambar 3.5.	Plane Pada Solidwork 2014	29
Gambar 3.6.	Persegi Panjang 137mm x 65mm	29
Gambar 3.7.	Ketebalan Persegi Panjang	30
Gambar 3.8.	Bagian Utama Blok Silinder 3D	30
Gambar 3.9.	Mold (cetakan) Bentuk Terpisah	31
Gambar 3.10.	Mold (cetakan) Blok Silinder	31
Gambar 3.11.	Project Name	32
Gambar 3.12.	Satuan Dalam Flow Simulasi	32
Gambar 3.13.	Jenis Fluida Yang Digunakan Dalam Flow Simulasi	33
Gambar 3.14.	Tampilan Bondary Condition	33
Gambar 3.15.	Tampilan Pada Menu Goals	34
Gambar 3.16.	Proses RUN Flow Simulasi	34
Gambar 4.1.	Preasure Dengan Velocity 0,0001m/s	35
Gambar 4.2.	Velocity 0,0001m/s Sumbu Z	36
Gambar 4.3.	Preasure Dengan Velocity 0,0003m/s	37
Gambar 4.4.	Velocity 0,0003m/s Sumbu Z	37
Gambar 4.5.	Preasure Dengan Velocity 0,0005m/s	38
Gambar 4.6.	Velocity 0,0005m/s Sumbu Z	39
Gambar 4.7.	Preasure Dengan Velocity 0,002m/s	40
Gambar 4.8.	Velocity 0,002m/s Sumbu Z	40
Gambar 4.9.	Preasure Dengan Velocity 0,010m/s	41
Gambar 4.10.	Velocity 0,010m/s Sumbu Z	42
Gambar 4.11.	Grafik Perbandingan Pressure Drop Terhadap Sumbu Z Dengan Velocity Yang Sudah Diasumsikan	43

## DAFTAR NOTASI

$V$	= Kecepatan Aliran	m/s
$g$	= Gravigasi	$m/s^2$
$\rho$	= Massa Jenis	$kg/m^2$
$m$	= Massa	Kg
$\gamma$	= Viskositas	$m^2/s$
$C_p$	= Specific Heat	J/Kg.K
$N_1$	= Banyaknya jumlah rongga cetakan	$cm^3$
$\max \text{shot size}$	= Stroke max X $A_{\text{cylinder}}$	$cm^3$
$V$	= Volume produk	$cm^3$
$mp$	= Massa produk	kg
$P$	= Massa jenis Produk	$g/cm^3$
$V_s$	= Volume dari kapasitas tembak dari mesin	$cm^3$
$V_p$	= Volume dari produk dan runner	$cm^3$

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### 1.1 Latar Belakang

Sebuah motor bakar pada kendaraan roda 2 memiliki komponen utama yaitu blok silinder, blok silinder merupakan sistem mekanik yang berfungsi sebagai tempat Bergeraknya piston dan terjadinya proses pembakaran. Saat ini bahan yang digunakan untuk pembuatan blok silinder yaitu baja campuran, tetapi dengan lebih menekankan pada peningkatan efisiensi pada blok silinder yaitu menggunakan logam aluminium pada proses pengecorannya.

Pengecoran merupakan suatu proses penuangan logam cair yang di alirkan ke dalam cetakan, kemudian dibiarkan membeku di dalam cetakan tersebut lalu di keluarkan untuk di jadikan komponen mesin. Komponen mesin tersebut termasuk blok silinder. Sistem pengaliran logam ke dalam cetakan biasanya menggunakan pasir yang sudah di cetak berbentuk seperti pipa, sehingga mengalir secara grafitasi. Aliran pengecoran disebut sebagai laju aliran.

Laju aliran pada pengecoran logam sangat mempengaruhi pada proses pembuatannya, salah satunya tergantung pada sistem saluran yang di antaranya adalah saluran turun, keadaan penuangan dan lain lain. Kondisi aliran logam bergantung pada area dimana logam memasuki rongga cetakan. Sedangkan pada proses penuangan logam cair dapat di tuangkan melalui salah satu ujung cetakan. Laju penuangan yang terlalu lambat akan menghasilkan formasi bertumpuk dan kekosongan pada volume, dimana laju pembekuan yang sangat lambat akan menyebabkan terjadinya keretakan. Serta pada pengecoran dengan temperatur rendah juga dapat membuat permukaan coran menjadi bertumpuk.

Untuk mengetahui laju aliran cairan dari beberapa penelitian menggunakan software atau perangkat lunak, Ada beberapa macam software untuk menjalankan simulasi yaitu software ansys, software catia, dan software solidwork.

Software ANSYS biasa digunakan pada analisa structure (global maupun lokal) secara umum, analisa yang digunakan pada ansys adalah analisa structure, thermal, fluid/CFD, couplefield, dan electromagnetic serta berbagai macam case engineering lainnya. Software CATIA mampu mengkombinasikan antara desain

solid, wire frame, sketch, modul dalam satu jendela windows yang disebut dengan hybrid desain. Menjalankan menggunakan windows, karena software ini dikembangkan dengan cara penggunaan sama dengan windows environment seperti untuk melakukan perintah cut, copy, paste, drag, dan drop dan lain sebagainya. Catia mensupport dalam pembuatan suatu produk dari desain konseptual (CAD), desain manufacturing (CAM) hingga analisa (CAE), kekurangan yang dimiliki oleh software catia yaitu tutorialnya sulit, rendernya kurang berkualitas bagus.

Dari berbagai macam software, yang sering digunakan pada peneliti untuk penelitian simulasi laju aliran yaitu menggunakan software solidwork. Solidwork memiliki kemampuan desain benda atau bangunan sederhana hingga kompleks. Fitur yang tersedia dalam solidwork lebih mudah di gunakan di banding dengan aplikasi CAD lainnya. Dengan simulasi menggunakan software ini, diharap mampu memberikan penyelesaian untuk melihat atau mengamati laju aliran pengecoran dalam proses pembuatan blok silinder motor bakar.

Berdasarkan teori di atas, penulis sangat tertarik untuk melakukan simulasi laju aliran pengecoran dalam proses pembuatan blok silinder motor bakar dengan menggunakan software solidwork.

## 1.2 Rumusah Masalah

Bagaimana mengetahui proses laju aliran saat penuangan berdasarkan simulasi menggunakan perangkat lunak *solidwork*?

## 1.3 Ruang Lingkup

1. Perancangan cetakan blok silinder motor bakar menggunakan *software solidwork*
2. Melakukan simulasi yang telah di design menggunakan *software solidwork*
3. Material yang digunakan adalah alumunium bekas

## 1.4 Tujuan

1. Untuk mengetahui simulasi laju aliran menggunakan *software solidwork*
2. Untuk mengetahui pola aliran yang terjadi saat penuangan menggunakan *software solidwork*

## 1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari judul skripsi ini yaitu memberi informasi pada data grafis mengenai aliran fluida yang mengalir pada cetakan blok silinder dengan menggunakan *software solidwork*

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Simulasi

Simulasi merupakan tiruan proses operasi dari sebuah kondisi nyata atau sistem dari waktu ke waktu (Bankset *al*, 2004). Simulasi digunakan untuk menggambarkan dan menganalisa perilaku dari sebuah sistem, menanyakan pertanyaan bagaimana jika (“*what if*”) tentang sistem nyata, dan membantu dalam *proses design of real systems*. Simulasi mengacu pada kumpulan metode yang luas dan aplikasi dari pencitraan tingkah laku dari sistem yang sesungguhnya. Model simulasi adalah alternatif yang tepat dalam menggambarkan suatu sistem yang kompleks, terutama ketika model matematik analitik sulit dilakukan (Law, 2007).

*Discrete event simulation* adalah suatu jenis simulasi yang sistemnya berkembang dari waktu ke waktu oleh representasi dimana status variabel berubah seketika pada titik-titik yang terpisah dalam waktu. Titik waktu tersebut merupakan suatu peristiwa yang terjadi, dimana peristiwa yang terjadi didefinisikan sebagai suatu kejadian yang dapat mengubah keadaan dalam sistem.

Membangun model simulasi dapat dilakukan menggunakan *spreadsheet*, bahasa pemrograman umum, bahasa simulasi, dan menggunakan perangkat lunak simulasi (*simulationpackage*) (Kelton, *et al.*, 2007). Salah satu perangkat lunak simulasi adalah Arena (Rockwell Automation, 2012). Arena menggabungkan kegunaan dari simulator tingkat tinggi dengan fleksibilitas dari bahasa simulasi SIMAN dan dapat saja ditambahkan logika menggunakan bahasa pemrograman umum (VBA, C, C++). Model simulasi dalam Arena terdiri dari modul-modul *flowchart* dan modul-modul data. Modul-modul *flowchart* berfungsi memodelkan logika sistem sedangkan modul-modul data berfungsi mendefinisikan komponen-komponen dari sistem yang dimodelkan.

### 2.2 Pencairan Logam

Logam dalam suhu kamar dalam keadaan padat. Logam dapat dicairkan dengan jalan memanaskan hingga mencapai temperatur lelehnya. Logam cair berbeda dengan air. Adapun perbedaannya adalah sebagai berikut:



- A. Logam cair pada temperatur yang tinggi, dan pada proses pembekuannya terdapat pengintian kristal, sedangkan air cair pada temperatur kamar dan tidak terjadi pengintian pada pembekuan.
- B. Berat jenis logam cair lebih tinggi di banding air. Berat jenis air 1,0 sedangkan besi cor 6,8 sampai 7,0, paduan alumunium 2,2 – 2,3, paduan timah 6,6 – 6,8. Karena berat jenis logam tinggi maka aliran logam memiliki kelembapan dan gaya tumbuk yang besar.
- C. Logam cair tidak membasahi dinding, sedangkan air akan membasahi dinding wadahnya.

Kekentalan logam tergantung temperturnya, semakin tinggi temperatur kekentalannya semakin rendah. Berikut daftar Tabel kekentalan berbagai macam logam.

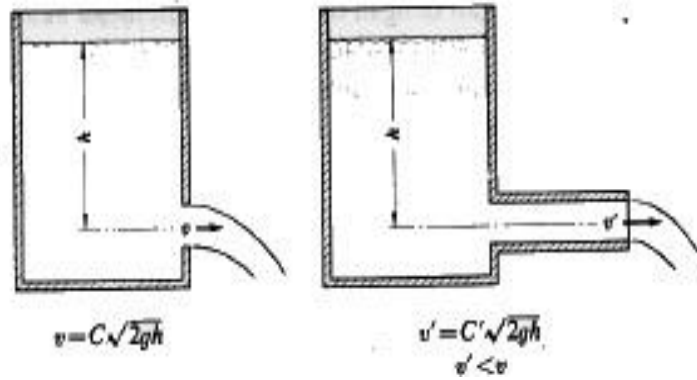
Tabel 2.1 Koefisien kekentalan dan tegangan permukaan logam cair

Bahan	Titik cair (°C)	Berat jenis (g/cm <sup>3</sup> )	Koefisien kekentalan (g/cm. detik)	Koefisien kekentalan kinematik (cm <sup>2</sup> /detik)	Tegangan permukaan (dine/cm)	Tegangan permukaan / berat jenis (cm <sup>3</sup> /detik <sup>2</sup> )
Air	0	0,9982(20°C)	0,010046(20°C)	0,010064	72(20°C)	72
Air raksa	-38,9	13,56 (20)	0,01547 (20)	0,00114	465(20)	34,5
Tin	232	5,52 (232)	0,01100 (250)	0,00199	540(247)	97,8
Timbal	327	10,55 (440)	0,01650 (400)	0,00156	450(330)	42,6
Seng	420	6,21 (420)	0,03160 (420)	0,00508	750(500)	120
Aluminium	660	2,35 (760)	0,0055 (760)	0,00234	520(750)	220
Tembaga	1.083	7,84 (1.200)	0,0310 (1.200)	0,00395	581(1.200)	74
Besi	1.537	7,13 (1.600)	0,000 (1.600)	0,00560	970(1.600)	136
Besi cor	1.170	6,9 (1.300)	0,016 (1.300)	0,0023	1.150(1.300)	167

Kecepatan aliran logam dapat dilihat pada gambar 2.1 dan 2.2 serta dihitung dengan rumus berikut:

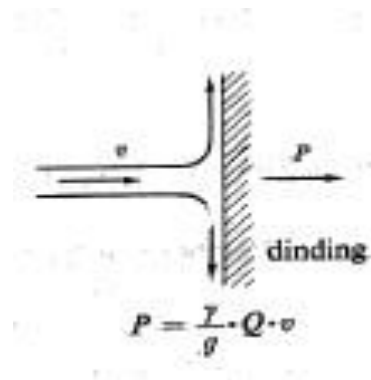
$$V = C\sqrt{2gh} \tag{2.1}$$

Dimana V = kecepatan aliran, C = koefisien kecepatan yang harganya tergantung jenis, ukuran dan bentuk pipa/saluran, g = kecepatan gaya tarik bumi, h = tinggi permukaan cairan terhadap sumbu lubang aliran.



Gambar 2.1 kecepatan aliran cairan yang keluar dari benjana gaya timbul aliran

Logam pada dinding cetakan:



Gambar 2.2 gaya tumbukan cairan pada dinding

$$P = Q \cdot V \cdot \gamma \tag{2.2}$$

Dimana P = gaya timbul, Q = laju aliran, V = kecepatan aliran,  $\gamma$  = berat jenis cairan dan g = kecepatan grafitasi bumi. Logam cair cenderung membuat tetesan bulat, sehingga menyebabkan timbulnya gaya penahan untuk penertasi kedinding cetakan.

### 2.3 Penentuan Berat Total Tuangan

Untuk menentukan berat tuangan, dalam perencanaan sistem saluran harus diperhitungkan berat produk cor, berat riser, dan perkiraan berat gating yang digunakan sebagai asumsi awal berat coran. Berat tuangan dapat dihitung melalui perhitungan dari gambar kerja, dimana sebelumnya dihitung terlebih dahulu volume tuangannya yang kemudian dikalikan dengan berat jenis dari logam cair menggunakan persamaan berikut [4]:

$$W_c = \rho V_p \tag{2.3}$$

Dimana  $W_C$  adalah berat benda tuang,  $\rho$  adalah berat jenis logam cair, dan  $V_p$  adalah volume benda tuang yang dapat dilihat pada gambar 2.3



Gambar 2.3 Diagram alir perhitungan perancangan pengecoran

Dalam perancangan sering digunakan faktor pengali untuk menambah *allowence* permesinan 1,1 kali lebih besar dari pada hasil perhitungan untuk produk yang memiliki banyak permukaan *as-cast*, dan sekitar 1,3 kali untuk produk yang memiliki banyak permukaan permesinan. Berat total tuangan ( $W_t$ ) dari proses pengecoran didapat dari berat benda tuang ditambah berat *riser* ditambah berat *gating*.

### 2.3.1 Penentuan Waktu Tuang

Untuk memperoleh lama waktu tuang logam cair terlebih dahulu harus diketahui berat tuangnya. Setelah itu dapat dihitung ukuran dari setiap bagian dari sistem saluran. Untuk menghitung waktu tuang digunakan persamaan sebagai berikut [4]:

$$T_p = K\sqrt{W_t} \quad (2.4)$$

Dimana  $W_t$  adalah berat tuangan total,  $K$  adalah konstanta fluiditas yang bernilai: 2,0 sampai 2,5 untuk  $W_t$  kurang dari 100kg dan 1,5 sampai 2,0 untuk  $W_t$  lebih dari 100kg.

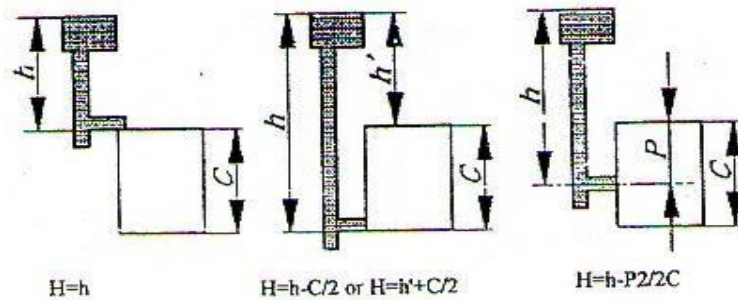
### 2.3.2 Penentuan Tinggi Efektif Logam Cair

Tinggi efektif logam cair merupakan representasi dari energi yang dikandung logam cair dalam sistem saluran tuang untuk melakukan usaha dalam mengisi rongga cetakan. Perhitungan tinggi efektif logam cair tidak dapat langsung digunakan suatu persamaan tertentu akan tetapi harus mempertimbangkan posisi dari saluran masuk dan benda tuang. Posisi saluran masuk ada yang ditempatkan diatas benda tuang, dibawah benda tuang, atau sejajar dengan *parting line*. Gambar 2.4 menunjukan jenis penentuan tinggi efektif logam cair.

Oleh karena itu digunakan  $H_e$ , yang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut [4]:

$$H_e = h - p^2/2C \quad (2.5)$$

Dimana  $H_e$  adalah tinggi efektif logam cair,  $h$  adalah jarak dari *sprue* ke permukaan logam didalam pouring basin,  $p$  adalah tinggi dari bidang pisah ke permukaan atas coran, dan  $C$  adalah tinggi coran.



Gambar 2.4 Penentuan tinggi efektif logam cair

### 2.3.3 Penentuan Laju Aliran Logam Cair Pada Saluran Turun

Untuk menentukan nilai laju aliran logam cair melewati saluran turun, dapat digunakan persamaan sebagai berikut [4]:

$$V_1 = C\sqrt{2gH_e} \quad (2.6)$$

Dimana  $V_1$  adalah laju aliran,  $C$  adalah koefisien aliran (0,45), dan  $g$  adalah gaya gravitasi (980cm/dt)

## 2.4 Pengecoran

Coran dibuat dari logam yang dicairkan, dituang ke dalam cetakan, kemudian dibiarkan mendingin dan membeku. Oleh karena itu sejarah pengecoran dimulai ketika orang mengetahui bagaimana mencairkan logam dan bagaimana membuat cetakan. Hal itu terjadi kira-kira tahun 4000 sebelum Masehi, sedangkan tahun yang lebih tepat tidak diketahui orang (Surdia dan Chijiiwa, 1986).

Pengecoran dengan cetakan pasir merupakan metode yang banyak digunakan pada industri pengecoran logam. Selain membutuhkan biaya yang cukup relatif sedikit juga dapat membuat desain yang bentuknya agak rumit, pengecoran cetakan pasir merupakan proses produksi yang diawali dengan menuangkan logam cair ke dalam sistem saluran dan selanjutnya logam cair akan mengisi seluruh rongga cetakan. Sistem saluran cetakan pasir merupakan suatu bagian yang sangat penting dalam pembuatan produk cetakan pasir. Hal ini dikarenakan sistem saluran merupakan jalan masuk logam cair ke dalam rongga cetakan pada cetakan pasir. Sistem saluran pada pengecoran cetakan pasir terdiri dari *pouring basin, sprue, runner, gate, dan riser*

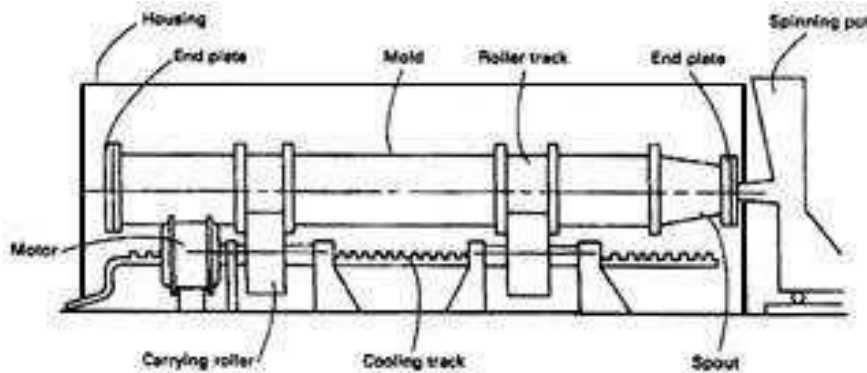
Menurut kekerasan paduan AISi 7,79% hasil coran dengan teknik HPDC menurun dengan meningkatkan temperatur tuang, sedangkan struktur mikro yang berupa fasa silikon berubah dari serpihan menjadi *globular* dan silikon *primer* kecil menjadi silikon *primer* besar. Perubahan ini terjadi karena temperatur tuang yang tinggi menyebabkan bertambahnya waktu pembekuan dan daerah tumbuh fasa silikon sehingga pemisah terjadi secara sempurna. Temperatur tuang mempengaruhi pembekuan struktur mikro yang berpengaruh terhadap nilai kekerasan dengan terbentuknya silikon *primer*

Hasil pemeriksaan mikrofografi pengecoran dengan menggunakan cawan tuang *offset basin* dan *offset stepped* mengalami perbedaan yang sangat signifikan jika dibanding dengan pengecoran tanpa *offset basin* maupun *offset stepped* dapat menghasilkan coran dengan cacat porositas lebih kecil dibandingkan tanpa menggunakan cawan tuang

#### 2.4.1 Pengecoran Centrifugal

*True centrifugal casting* merupakan salah satu proses pengecoran yang menghasilkan produk cor berbentuk silinder dengan cara memutar cetakan pada sumbunya. Proses pengecoran dapat dilakukan secara vertical maupun horizontal tanpa menggunakan inti (*core*). Produk cor yang dihasilkan dengan metode ini mempunyai arah pembekuan yang terarah (*directional solidification*) dari bagian diameter luar menuju ke diameter dalam, sehingga menghasilkan produk cor yang terbebas dari cacat pengecoran terutama *shrinkage* yang paling sering dijumpai pada proses *sandcasting* [2].

Cetakan yang digunakan untuk pengecoran centrifugal terdiri dari 4 bagian yaitu: dinding, saluran penuangan, *roller tracks* dan kepala penutup ujung (*end plate*). Cetakan ditempatkan pada sebuah *carrying roller* yang dapat diganti dan disetel.. Sehingga untuk diameter cetakan yang berbeda, hanya mengatur dan menyatel *carrying roller*. Gambar 2.5 memperlihatkan mesin horizontal centrifugal.



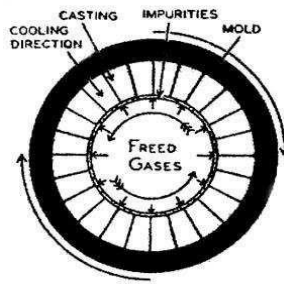
Gambar 2.5 Mesin horizontal centrifugal casting

Berdasarkan bahannya, cetakan dapat dibagi menjadi dua, yaitu *expendable mold* (cetakan yang bersifat sementara) dan *permanent mold*. *Expendable Molds* merupakan sebuah cetakan yang relatif tipis dilapisi dengan pasir. Pada umumnya cetakan ini digunakan pada proses pengecoran dengan jumlah produk yang relatif kecil. Kelemahan cetakan pasir yaitu pada saat penuangan logam cair, sistem insulasi yang alami dari pasir mencegah proses pembekuan terarah (*directional solidification*).

Oleh karena itu pembekuan logam dari dinding cetakan dan dari bagian dalam silinder terjadi secara bersamaan. Hal ini dapat menimbulkan ‘bunga karang’ dan kepadatan yang rendah pada bagian tengah produk coran. Secara umum *permanent molds* terbuat dari material seperti baja, tembaga dan grafit. Pelapisan cetakan juga penting dalam mengatur laju pembekuan dari beberapa material coran. Pelapisan dengan menggunakan keramik sudah banyak diterapkan. *Copper mold* seringkali digunakan untuk cetakan permanen karena sifatnya yang memiliki konduktivitas termal yang tinggi. Cetakan tembaga ini memerlukan biaya yang relatif tinggi dan terdapat kesulitan dalam mengkalkulasikan dimensi yang akurat, oleh karena itu penggunaannya sangat terbatas. *Graphite mold* umumnya digunakan karena biayanya yang relatif rendah. Selain itu cetakan grafit dapat digunakan sebagai alternatif untuk menggantikan pasir dengan jumlah produk yang kecil dan secara ekonomi masih memungkinkan. Grafit mempunyai sifat konduktivitas termal yang sangat baik dan ketahanan terhadap gradien suhu yang tinggi dan kemudahannya dalam proses permesinan. Kekurangan dari cetakan jenis ini adalah mudah teroksidasi.

#### 2.4.2 Teknik Penuangan Dan Kecepatan Putar

Pada proses penuangan (*pouring*), logam cair dapat dituangkan melalui salah satu ujung cetakan, kedua ujung cetakan atau sepanjang saluran yang memiliki panjang yang tidak dapat ditentukan. Laju penuangan sangat bervariasi tergantung dari ukuran benda coran yang akan dibuat dan jenis cairan logam yang digunakan. Laju penuangan yang terlalu lambat akan menghasilkan formasi bertumpuk dan porositas gas, dimana laju pembekuan yang sangat lambat merupakan salah satu penyebab terjadinya keretakan ke arah longitudinal. Pada pengecoran dengan temperatur yang tinggi memerlukan kecepatan putar yang lebih tinggi untuk menghindari terjadinya *sliding*. Sedangkan untuk temperatur pengecoran yang rendah akan menyebabkan permukaan coran bertumpuk dan adanya porositas gas. Temperatur pengecoran juga mempengaruhi laju pembekuan dan jumlah segregasi yang terjadi.



Gambar 2.6 Prinsip Pengecoran Centrifugal

Dari Gambar 2.6, Pengaturan kecepatan putar proses pengecoran centrifugal dapat dibagi menjadi tiga bagian :

- Pada saat proses penuangan, cetakan diputar pada kecepatan yang cukup untuk melontarkan logam cair ke dinding cetakan.
- Pada saat logam mencapai ujung cetakan yang lain, kecepatan putar ditingkatkan.
- Kecepatan putar dipertahankan konstan selama beberapa waktu setelah penuangan. Kecepatan putar yang konstan.

Kecepatan putar yang ideal akan menghasilkan gaya adhesi yang cukup besar antara logam cair dengan dinding cetakan dengan getaran yang minimal. Kondisi seperti ini dapat menghasilkan sebuah benda coran dengan struktur yang lebih seragam.

Pada saat logam cair memasuki cetakan, gradien tekanan yang terbentuk melintasi ketebalan lapisan dengan kecepatan centrifugal. Hal ini menyebabkan partikel yang lebih ringan seperti slag dan *impurities nonmetal* berkumpul pada diameter dalam benda coran. Ketebalan yang terbentuk dari sekelompok *impurities* ini terbatas sekitar beberapa milimeter dan mudah dihilangkan dengan proses permesinan.

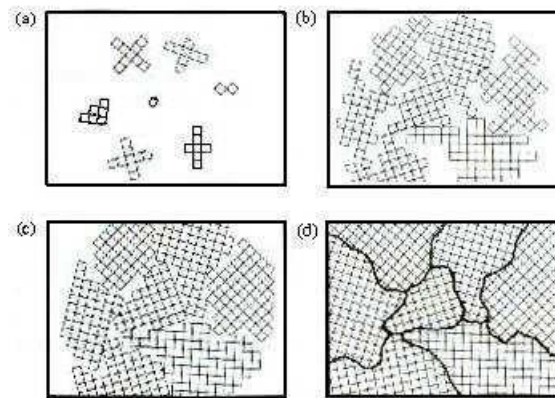
Kecepatan putar yang terlalu rendah dapat mengakibatkan *sliding* dan menghasilkan permukaan akhir yang kurang baik. Sedangkan kecepatan putar yang terlalu tinggi dapat menimbulkan getaran, dimana dapat menghasilkan segregasi melingkar. Selain itu kecepatan putar yang terlalu tinggi dapat meningkatkan tegangan melingkar yang cukup tinggi, sehingga dapat menyebabkan cacat *cleavage* secara radial atau retakan secara melingkar ketika



logam mengalami penyusutan selama proses pembekuan.

## 2.5 Pembekuan Logam Cair

Pembekuan logam cair dimulai dengan bertumbuhnya inti-inti kristal seperti pada gambar 2.7.a. Kemudian kristal- kristal tumbuh disekeliling inti tersebut dan pada saat yang sama inti lain yang baru timbul, begitu seterusnya sampai logam cair membeku seperti pada gambar 2.7.b. Pertumbuhan kristal tersebut terjadi secara acak dan ketika sebuah Kristal bersentuhan dengan kristal yang lain, pertumbuhan kedua kristal tersebut terhenti seperti pada gambar 2.7.c dan permukaan dimana kristal- kristal bertemu dinamakan batas butir (*grain boundaries*) seperti pada gambar 2.7.d.



Gambar 2.7 Pertumbuhan butir

Pembekuan (solidification) selama pengecoran mengalami 3 (tiga) jenis penyusutan yaitu: liquid contraction, solidification contraction dan solid contraction. Liquid contraction adalah penyusutan yang terjadi pada logam cair jika logam cair didinginkan dari temperatur tuang menuju temperatur pembekuan (solidification temperature). Solidification contraction adalah penyusutan yang terjadi selama logam cair melalui fasa pembekuan (perubahan fasa cair menjadi fasa padat). Solid contraction adalah penyusutan yang terjadi selama periode solid metal didinginkan dari temperatur pembekuan menuju temperatur ruang.

Liquid contraction dan solidification contraction dapat ditanganin dengan merancang sistem riser yang baik dan tepat. Kekosongan yang ditimbulkan oleh dua jenis penyusutan tersebut diisi cairan logam yang disuplay dari riser.

Sedangkan solid contraction dapat diatasi dengan membuat dimensi produk cor untuk solid contraction bila tidak dikontrol dengan baik menyebabkan produk cor melengkung atau mengalami cacat *hot tear* disamping kesalahan dimensi cor

#### 2.5.1. Pembekuan Terarah (Directional solidification)

Masing masing area pada produk cor memiliki laju pendinginan yang berbeda. Hal ini disebabkan adanya variasi luas penampang, perbedaan laju pelepasan panas, dan sebagian area cenderung membeku lebih cepat dibandingkan area lainnya. Gejala ini bila tidak ditanganin dengan baik akan menimbulkan kekosongan atau *shrinkage* akibat *solidification contraction*.

Solidification contraction biasa terjadi pada bagian produk cor yang mengalami pembekuan terakhir. Solidification contraction menimbulkan cacat shrinkage pada produk cor. Para ahli pengecoran menggunakan prinsip dasar itu untuk membuat produk cor yang soundness dengan cara menambahkan volume logam di bagian produk yang membeku terakhir. Cadangan logam pengumpan ini disebut riser

Arah pembekuan berhubungan dengan casting modulus. Casting modulus menunjukkan ratio antara volume cor dengan luas permukaannya. Jika volume cor cetakan meningkat berarti semakin banyak logam cair maka waktu untuk mendinginkan memerlukan waktu lebih lama. Sebaliknya panas yang ada di dalam cor harus dilepaskan melalui permukaan cor, semakin besar luas permukaan cor akan semakin cepat cor tersebut dingin. Jadi casting modulus semakin besar maka waktu yang dibutuhkan untuk pembekuan (solidification) semakin lama.

#### 2.6 Pengecoran Logam Bertekanan (Pressure Die Casting)

Pengecoran Logam Bertekanan (Pressure Die Casting) merupakan proses pengecoran logam yang dilakukan dengan cara memasukkan logam cair kedalam cetakan logam dengan menggunakan tekanan.

Proses *die casting* memiliki dua metode, yaitu: metode *cold chamber* dan *hot chamber*.

### 2.6.1 Perencanaan Die

Prinsip umum perencanaan die menurut *The American Foundry Society*:

- A. Bentuk *core* dan rongga *cavity* hendaknya direncanakan sederhana.
- B. Bentuk *core* dan rongga *cavity* dapat bervariasi, namun perubahan bentuk harus *smooth* untuk menghindari terjadinya konsentrasi tegangan.
- C. Kemiringan sudut yang cukup pada *core* dan dinding *cavity*, untuk kemudahan dalam mengeluarkan coran dari cetakan.
- D. *Core* atau lubang pada *cavity* yang berdiameter sangat kecil (< 3 mm) sebaiknya dihindari.
- E. Letak dan *size* pin ejektor didesain tidak mengganggu operasi pengecoran, juga harus dipertimbangkan masalah pemuaian dan penyusutan.

## 2.7 Perhitungan Yang Digunakan Dalam *Mold Die*

### 2.7.1 Perhitungan jumlah *cavity* secara umum

$$N1 = \frac{\text{max shot size (cm}^3\text{)}}{\text{volume rongga cetakan (cm}^3\text{)}} \quad (2.7)$$

Sedangkan volume produk sendiri adalah terdiri dari :

- a) Volume produk
- b) Volume runner
- c) Volume kelebihan bahan

Volume produk didapat dari:

$$V_p = \frac{mp}{pal} \quad (2.8)$$

### 2.7.2 Perhitungan rongga cetakan berdasarkan maximum dan minimum *shot capacity*

Perhitungan rongga *cavity* berdasarkan minimum kapasitas dapat dihitung dengan persamaan:

$$N1 = 0,2 \frac{V_s}{V_p} \quad (2.9)$$

Sedangkan berdasarkan maksimum kapasitas dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$N1=0,8 \frac{Vs}{Vp} \quad (2.10)$$

### 2.7.3 Perhitungan Runner

Perhitungan *runner* ini di dasarkan pada pemilihan dari jenis *runnemya*. Perhitungan *runner* secara umum dihitung dengan persamaan berikut ini:

$$D=S_{MAX} +1,5 \text{ cm} \quad (2.11)$$

2.7.4 Untuk menghitung kekuatan material *die* dengan persamaan silinder tebal berongga bertekanan :

$$|\sigma| \frac{P1 \cdot ri^2 - P1}{ro^2 - ri^2} + \frac{(Pii - Po) \times ri^2 \cdot ro^2}{ro^2 - ri^2} \times \frac{1}{ri^2} \quad (2.12)$$

$$|\sigma| \frac{P1 \cdot ri^2 - P1}{ro^2 - ri^2} - \frac{(Pii - Po) \times ri^2 \cdot ro^2}{ro^2 - ri^2} \times \frac{1}{ri^2} \quad (2.13)$$

Untuk menghitung adanya perbedaan temperatur antara logam cair dengan *die* maka akan timbul tegangan yang mana dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\sigma_{th} = - E \cdot a \cdot \Delta T \quad (2.14)$$

### 2.7.5 Teori kegagalan tegangan normal maksimum (Teori Rankine)

Teori ini menyebutkan bahwa sualu material menerima suatu kombinasi pembebanan, akan gagal atau :

- Luluh , bila tegangan prinsipal positif paling besar, melewati harga tegangan *yield* tarik material, atau tegangan negatif prinsipal paling besar melewati harga tegangan *yield* material.
- Patah , bila tegangan prinsipal positif ( atau negatif ) maksimum melewati harga tegangan *yield* maksimum dari material.

$$\sigma_{maks} \leq Sy \quad (2.15)$$

### 2.7.6 Teori kegagalan Tegangan Geser Maksimum (Teori Tresca)

Teori ini menyatakan bahwa kegagalan suatu material terjadi jika tegangan geser maksimum yang terjadi, melewati tegangan geser maksimum yang diijinkan material.

## 2.8 Gambaran Umum

Dalam pengecoran cetakan permanen, kadang- kadang disebut *gravity die casting*, logam coran yang mengandung dua atau lebih komponen yang digunakan secara berulang untuk memproduksi berbagai cetakan dalam bentuk yang sama. Logam cair masuk ke dalam cetakan dengan efek gravitasi. Inti yang digunakan bersifat mudah dilepas dan biasanya terbuat dari pasir atau kapur (gips). Proses pengecoran cetakan permanen pada umumnya cocok untuk memproduksi cetakan dalam jumlah volume yang tinggi dengan tebal dinding yang rapat dan menghalangi terjadinya *undercuts* serta menghalangi terjadinya pengintian dalam. Proses tersebut juga dapat digunakan untuk menghasilkan berbagai variasi coran, namun harus diimbangi dengan jumlah produksi yang tinggi untuk menutup biaya material coran. Dibandingkan dengan cetakan pasir, proses pengecoran cetakan permanen dapat menghasilkan cetakan yang lebih seragam dengan toleransi dimensional yang akurat, permukaan akhir yang baik serta meningkatkan sifat-sifat mekaniknya.

## 2.9 Pemilihan Material Inti Dan Coran

Ada empat faktor penting yang mempengaruhi pemilihan material dari inti dan cetakan :

- A. Temperatur penuangan logam yang akan di cor
- B. Ukuran pengecoran
- C. Jumlah pengecoran per cetakan
- D. Biaya atau harga material cetakan

Material inti yang diperkenankan berdasarkan performa berapa banyak pengintian yang diperlukan untuk inti besar dan kecil. Inti yang telah habis digunakan pada saat bentuk inti tidak diijinkan dilepas dari cetakan atau ketika ingin diperoleh coran dengan bentuk yang rumit.

## 2.10 Umur Cetakan

Umur cetakan dapat berubah mulai dari 100 hingga 250.000 kali penuangan (atau bisa lebih), tergantung pada variabel-variabel tertentu. Umur cetakan untuk pengecoran paduan magnesium lebih lama jika dibandingkan pada pengecoran paduan aluminium dengan bentuk dan ukuran yang serupa. Hal ini karena magnesium lebur tidak merusak cetakan logam besi. Walaupun demikian, perbedaan umur cetakan untuk paduan magnesium tergantung pada besarnya keefektifan pelapisan cetakan yang digunakan. Dalam pengecoran besi kelabu, umur cetakan diperkirakan pendek dibandingkan pada pengecoran paduan aluminium dengan bentuk yang sama.

Cetakan biasanya dibuat dari besi tuang (cast iron) karena pengecoran cetakan memungkinkan lebih mudah dalam pengerjaan akhirnya sehingga dapat menurunkan biaya pemesinan. Begitu juga sifat besi tuang yang lebih tahan terhadap pengaruh rusak akibat aluminium lebur. Namun baja lebih mudah untuk dilas dan diperbaiki daripada besi tuang. Oleh karena itu, cetakan baja lebih sering digunakan untuk pengecoran produksi tinggi.

## 2.11 Temperatur Cetakan

Jika temperatur cetakan terlalu tinggi, maka akan terjadi beban tahanan yang besar sehingga coran akan menjadi terlalu lemah untuk diambil dengan tanpa merusak, sifat-sifat mekanik dan pengecoran akhir tidak akan sempurna. Pada saat temperatur cetakan terlalu rendah, maka aliran logam akan terhambat sehingga akan menyebabkan penyusutan, serta pelekatan coran pada cetakan dan inti

Dalam beberapa operasi pengecoran, cetakan dilakukan pemanasan mula (preheating) sampai dengan sekitar temperatur operasi sebelum pengecoran dimulai. Hal ini bertujuan mengurangi jumlah produk coran yang tidak diinginkan selama dilakukan operasi pada temperatur tersebut.

Cetakan dapat *dipreheat* dengan mengenaikannya pada nyala api secara langsung, meskipun cara ini dapat merusak cetakan karena adanya distribusi temperatur yang tidak seragam. *Preheating* yang dilakukan di dalam *oven* secara langsung adalah cara terbaik karena dapat meminimalisasikan timbulnya gradien temperatur. Namun, cara ini tidak biasa dilakukan pada cetakan yang ukurannya

besar. Pengecoran pada cetakan permanen umumnya dilakukan dengan menuang logam yang dijaga pada rentang temperatur yang cukup kecil.

Jika temperatur penuangan lebih rendah daripada temperatur optimumnya, lubang cetakan tidak akan terisi, saluran masuk (jika digunakan) tidak akan terikat, bagian coran yang tipis akan lebih cepat membeku dan akan menghambat arah pembekuan. Temperatur penuangan yang rendah juga akan membawa akibat porositas, serta pengecoran yang tidak sempurna.

Temperatur penuangan yang tinggi menyebabkan penyusutan dan kelengkungan bentuk cetakan yang dapat mengarah pada ketidakakuratan dimensi. Hal ini juga dapat menyebabkan adanya variasi komposisi logam coran jika logam menguap pada temperatur penuangan yang tinggi. Temperatur penuangan yang tinggi akan mengurangi laju pembekuan dan kebanyakan akan memperpendek umur cetakan.

#### 2.12 Pasir Cetak

Pasir cetak dapat digunakan secara terus menerus selama masih mampu menahan temperatur cairan ketika dituangkan (Lal, 1981). Pasir silika, pasir zirkon, pasir olivine dan kromate dapat digunakan sebagai pasir cetak pada pengecoran *lost foam*. Penggunaan pasir yang mahal seperti pasir zirkon dan kromite dapat dilakukan untuk mendapatkan tingkat reklamasi pasir yang tinggi (Clegg, 1985). Kekuatan cetakan pasir ditentukan oleh resistansi gesek antar butir pasir. Kekuatan cetakan pasir akan lebih tinggi jika menggunakan pasir dengan bentuk angular walaupun jika menggunakan bentuk rounded/bulat akan memberikan densitas yang lebih tinggi (Dieter, 1967; Green, 1982). Perubahan bentuk pasir dari angular ke rounded akan menaikkan densitasnya sekitar 8-10% (Hoyt dkk, 1991). Densitas pasir cetak dapat ditingkatkan dengan digetarkan. Pasir leighton buzzard dapat dinaikkan densitasnya sebesar 12,5% dengan digetarkan (Butler, 1964).

Waktu pengisian logam cair ke dalam cetakan akan lebih lama apabila menggunakan pasir cetak yang memiliki ukuran lebih kecil. Kecepatan penuangan semakin besar dengan bertambahnya ukuran pasir cetak (Sands dan Shivkumar, 2003). Hal ini karena rongga-rongga antar pasir akan semakin kecil dengan mengecilnya ukuran pasir sehingga gas hasil degradasi lebih sulit

keluar melalui pasir. Pada pengecoran Al- 7%Si, ukuran pasir cetak memiliki faktor dominan dalam menentukan nilai tegangan tarik dan elongasi benda cor (Kumar dkk, 2008). Pemilihan jenis pasir cetak dan metode pemadatan sangat penting untuk mendapatkan permeabilitas yang tepat dan mencegah deformasi pola. Ukuran butir pasir yang dipilih tergantung pada kualitas dan ketebalan lapisan *coating*. Ukuran butir pasir AFS 30-45 menjamin permeabilitas yang baik untuk pola yang terdekomposisi menjadi gas dan cairan (Acimovic, 1991).

#### 2.13 Distribusi Temperatur

Selain daripada tekanan yang terjadi pada cetakan karena gaya hidrostatis, beban panas, maka ada hal lain yang penting perhitungkan terhadap panas yang terjadi beban panas yang terjadi langsung pada cetakan.

Pada akhirnya temperatur coran sama dengan temperatur cetakan. Pengaruh panas terjadi pada cetakan yang berasal dari panas logam cair secara perpindahan menuju ke logam cetakan.

#### 2.14 Sifat Logam Cair Terhadap Sekelilingnya

Taraf kecairan logam cair hampir mirip mendekati taraf kecairan air murni. Tetapi kecairan logam ini mudah memburuk, yaitu apabila larutan logam ini mulai mendingin terutama pada temperatur di bawah temperatur likuidus, karena di bawah temperatur ini mulai terjadi kristal-kristal yang mendingin dengan turunnya temperatur di sekelilingnya.

Logam yang sedang dalam proses pendinginan, pada taraf permulaan pendinginannya larutan logam ini masih memiliki kemampuan untuk mengalir atau bergerak hingga batas kristal-kristal logam di sekelilingnya belum cukup mampu untuk membendung aliran logam ini. Menurut penelitian, logam tidak memiliki mampu alir apabila telah terjadi kristalisasi logamnya mencapai 20% hingga 25%.

#### 2.15 Computational Fluid Dynamic

Computational Fluid Dynamics (CFD) merupakan *engineering tools* analisis sistem yang melibatkan aliran fluida, perpindahan panas, dan fenomena yang terkait lainnya seperti reaksi kimia dengan menggunakan model matematis yang valid secara simultan dengan bantuan komputer. Fenomena-

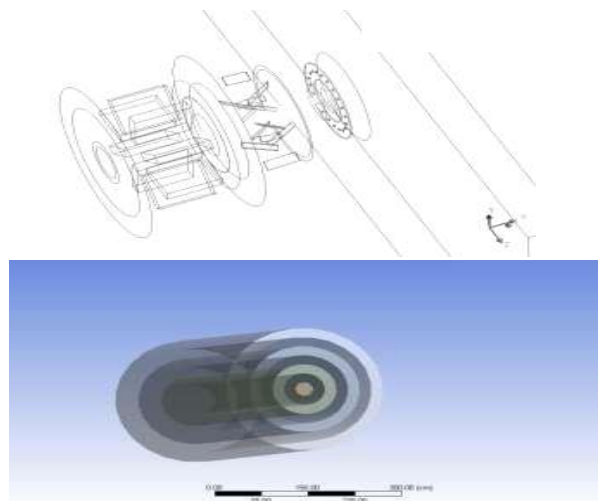


fenomena pada suatu sistem dapat dimodelkan dengan menggunakan kode CFD yang merupakan rentetan algoritma numerik yang mewakili fenomena perpindahan, aliran fluida, reaksi kimia, dll. CFD sendiri memiliki langkah-langkah sistematis yang harus dipenuhi agar hasil analisis menjadi akurat. Tahap dalam CFD tersebut adalah *pre-processing*, *solver*, dan *post-processing*.

*Pre-processing* meliputi analisa awal mengenai fenomena yang terjadi serta pengumpulan data yang diperlukan untuk metode solver. Langkah-langkah dalam tahap ini:

- Pendefinisian dimensi geometri yang dianalisis baik 2D atau 3D dengan ukuran yang riil.
- *Grid generation*, yaitu pembagian domain geometri menjadi beberapa *boundary condition* yang disesuaikan dengan fenomena pada sistem yang dianalisis.
- Pendefinisian fenomena fisik dan kimia yang perlu dimodelkan.
- Pendefinisian *boundary condition* (kondisi batas) pada geometri.
- Pembagian geometri menjadi sejumlah kontrol volume atau *cell* (sel). Keakuratan penyelesaian CFD ditentukan oleh jumlah sel dalam grid dan karakteristik grid tersebut.
- Penyelesaian permasalahan aliran (kecepatan, tekanan, temperatur, dan sebagainya) yang didefinisikan pada titik nodal dalam tiap sel.

Contoh pendefinisian geometri dalam *pre-processing* dapat dilihat pada gambar 2.8



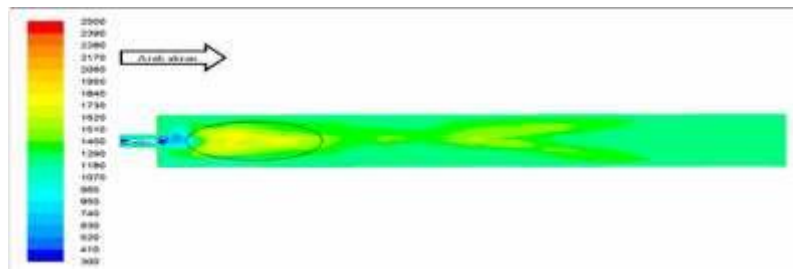
Gambar 2.8 Contoh *grid generation* pada metode *pre-processing*

- *Solver* dapat dibedakan menjadi tiga jenis yaitu : *finite difference*, *finite element*, *finite volume* dan metode spektral. Secara umum metode numerik solver tersebut terdiri dari langkah- langkah sebagai berikut : Prediksi variabel aliran yang tidak diketahui dengan menggunakan fungsi sederhana.
- Diskretisasi dengan substitusi prediksi-prediksi tersebut menjadi persamaan-persamaan aliran utama yang berlaku dan kemudian melakukan manipulasi matematis.
- Penyelesaian persamaan aljabar.
- Metode *finite volume* adalah pengembangan khusus dari formulasi *finite difference*. *Finite volume* digunakan pada berbagai CFD kode komersial.

*Post-processing* merupakan tahap visualisasi dari hasil tahapan sebelumnya. *Post-processor* semakin berkembang dengan majunya *engineering workstation* yang mempunyai kemampuan grafik dan visualisasi cukup besar. Alat visualisasi tersebut antara lain :

- 1) Plot vektor.
- 2) Plot kontur
- 3) Plot 2D dan 3D *surface*
- 4) Manipulasi tampilan (translasi, rotasi, skala, dan sebagainya).
- 5) Animasi *display* hasil dinamik

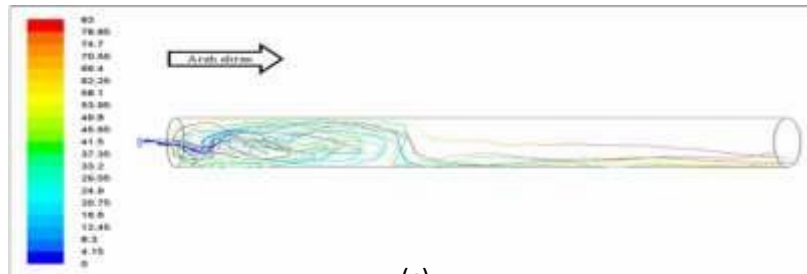
Contoh *post-processing* pada sistem pembakaran pada tubular reaktor dapat dilihat pada gambar 2.9 a,b,c



(a)



(b)



(c)

Gambar 2.9 Contoh *post-processing* untuk bentuk nyala api (a), vektor kecepatan (b) dan *particle track residence time* (c)

Di dalam simulasi, model-model yang digunakan didiskretisasi dengan metode formulasi dan diselesaikan dengan menggunakan algoritma-algoritma numerik yang disesuaikan dengan permasalahan dan sistem yang akan dimodelkan.

Model – model menyelesaikan persamaan-persamaan kekekalan massa, momentum, energi, fraksi massa spesies gas, fraksi massa, dll

## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1 Waktu Dan Tempat

#### 3.1.1 Tempat

Adapun tempat dilaksanakannya kegiatan penelitian ini adalah di Laboratorium Komputer Gedung D Lantai 3 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

#### 3.1.2 Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian ini ini yaitu dimulai sejak tanggal dilaksanakannya usulan judul penelitian oleh ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan akan dikerjakan selama kurang lebih 4 bulan sampai dinyatakan selesai.

Tabel. 3.1. Waktu pelaksanaan penelitian

No	Uraian kegiatan	Waktu ( Bulan )				
		1	2	3	4	5
1	Pengajuan Judul					
2	Studi Literatur					
3	Persiapan Bahan					
4	Pelaksanaan Penelitian					
5	Pengujian Penelitian					
6	Pengolahan Data					
7	Asistensi dan Perbaikan					

### 3.2 Bahan Dan Alat

#### 3.2.1 Bahan

##### 1. Jurnal

Jurnal yang diambil adalah jurnal yang berkaitan dengan proses penelitian baik itu jurnal nasional maupun internasional.

## 2. Literatur

Bahan berupa literatur yang berisi hasil-hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang sedang dilaksanakan.

## 3. Buku Referensi

Bahan yang digunakan juga diambil dari buku-buku yang berkaitan dengan penelitian yang sedang dilaksanakan dengan mendapatkan teori-teori yang diperlukan.

### 3.2.2 Alat

#### 1. Komputer Dengan Spesifikasi terlihat seperti pada gambar 3.1

- ❖ *Processor Intel(R) Xeon(R) CPU E3-1246 v3 @3.50Ghz 3.50Ghz*
- ❖ *Memory 8GB*
- ❖ *Sistem Operasi Windows 7 64bit*



Gambar 3.1 Komputer Yang Digunakan

## 2. Perangkat Lunak *Solidwork 2014*

Perangkat Lunak *solidworks* merupakan program komputer yang berfungsi untuk melakukan analisa kekuatan terlihat pada gambar 3.2. Program tersebut dapat membantu dalam proses pembuatan desain. Dengan demikian, selain waktu yang diperlukan menjadi lebih cepat, biaya yang dikeluarkan juga relatif lebih murah. *Solidworks* dibuat dengan berdasarkan pada teori yang terdapat dalam perumusan metode elemen hingga. Program ini relative lebih mudah digunakan untuk menggambar komponen 3D dibandingkan program-program sejenisnya.

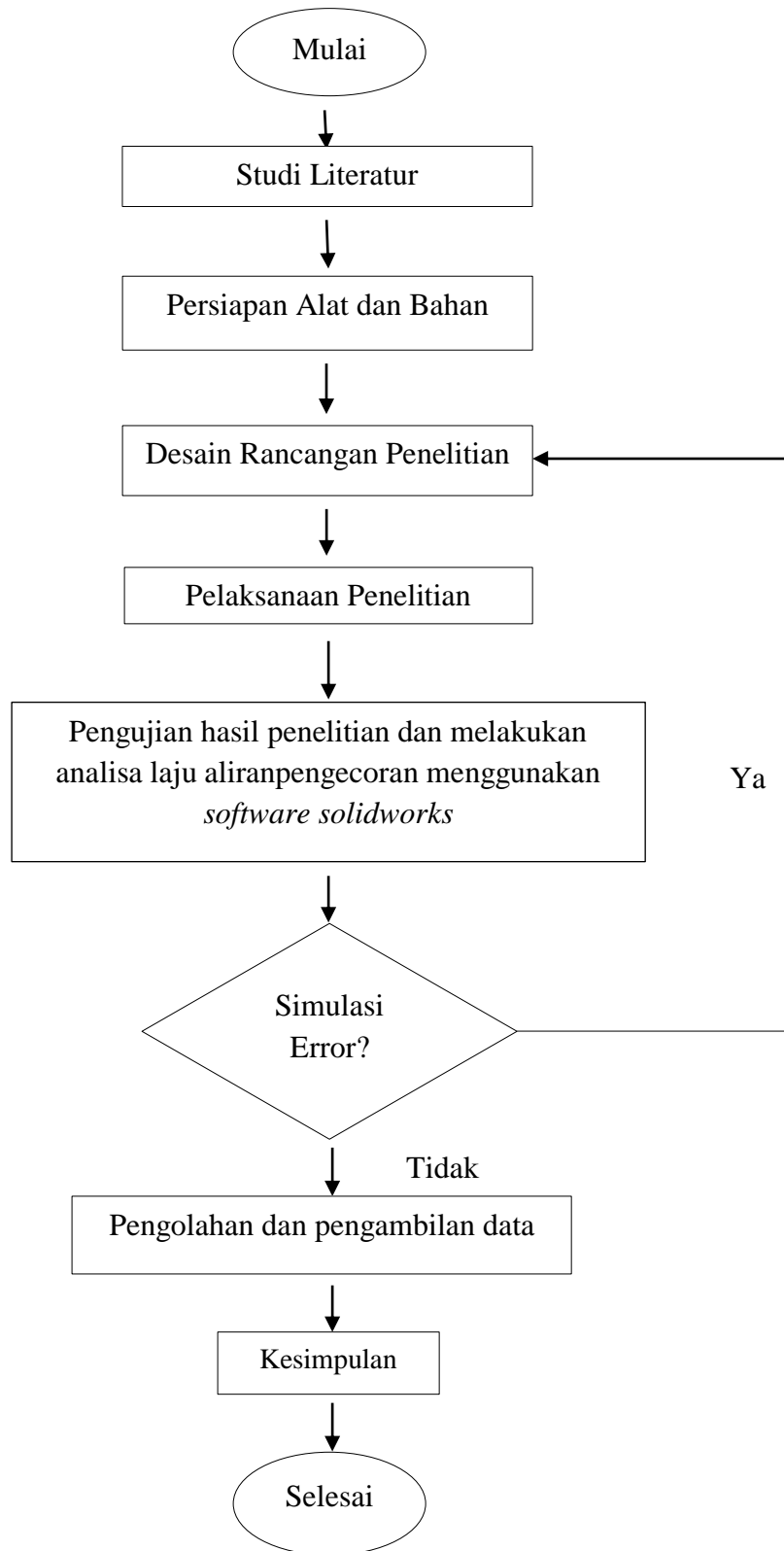
Adapun spesifikasi minimum yang diperlukan untuk menjalankan perangkat lunak *Solidworks 2014* adalah sebagai berikut:

- ❖ Processor Intel atau AMD dengan SSE2 support
- ❖ Memori 8.00GB
- ❖ Sistem Operasi Windows 7 64-bit



Gambar 3.2 Software *Solidwork* 2014

### 3.3 Bagan Alir Penelitian

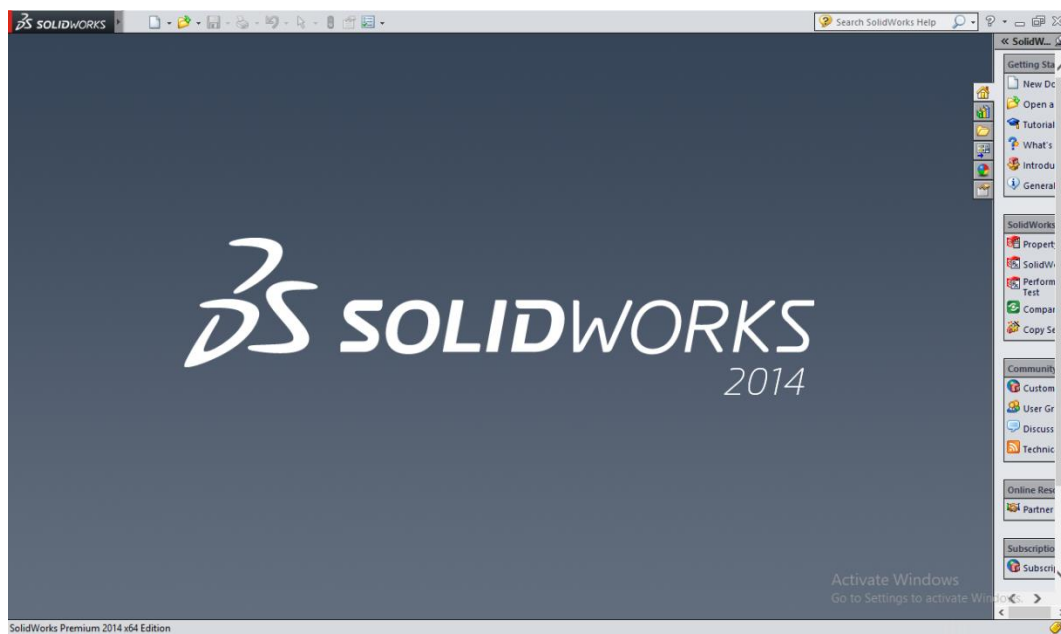


Gambar 3.3 Bagan alir penelitian

### 3.4 Rancangan Model Simulasi

Model simulasi penelitian ini menggunakan perangkat lunak *solidworks* 2014. Model yang akan dirancang adalah cetakan dalam pengecoran. Adapun langkah-langkah perancangan model simulasi adalah sebagai berikut :

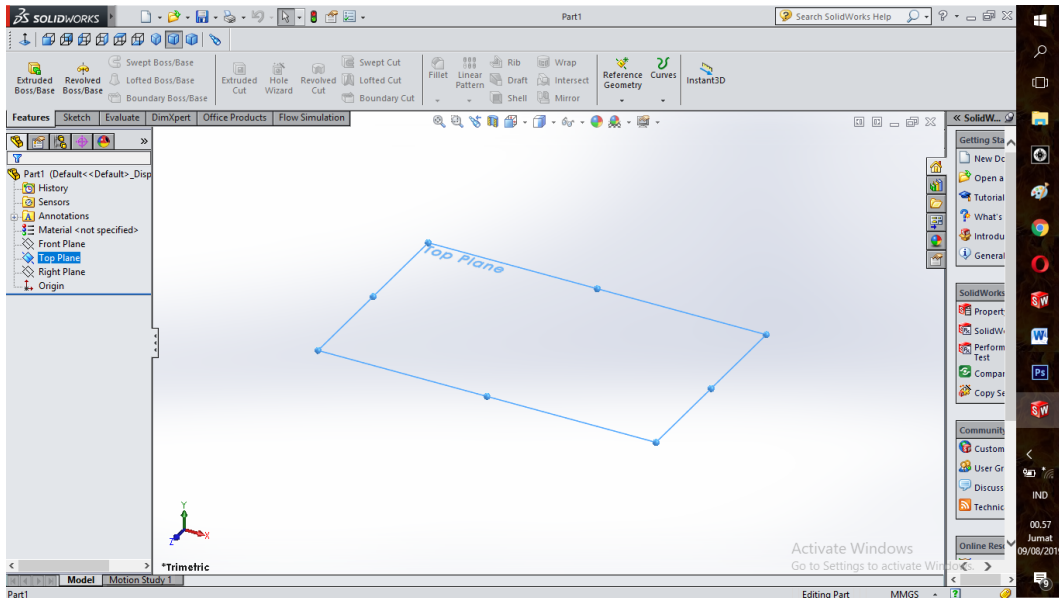
1. Nyalakan komputer yang akan digunakan untuk merancang desain cetakan yang akan dibuat.
2. Buka perangkat lunak *solidworks* 2014 pada computer seperti yang terlihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Tampilan awal pada solidwork 2014

3. Klik *New Document* pada sudut kanan atas tampilan *software Solidworks* 2014, kemudian pilih *Part* dan pilih OK.
4. Pilih *insert* pada menu bar kemudian pilih *Sketch* dan kemudian pilih bagian *Top Plane* seperti gambar 3.5.

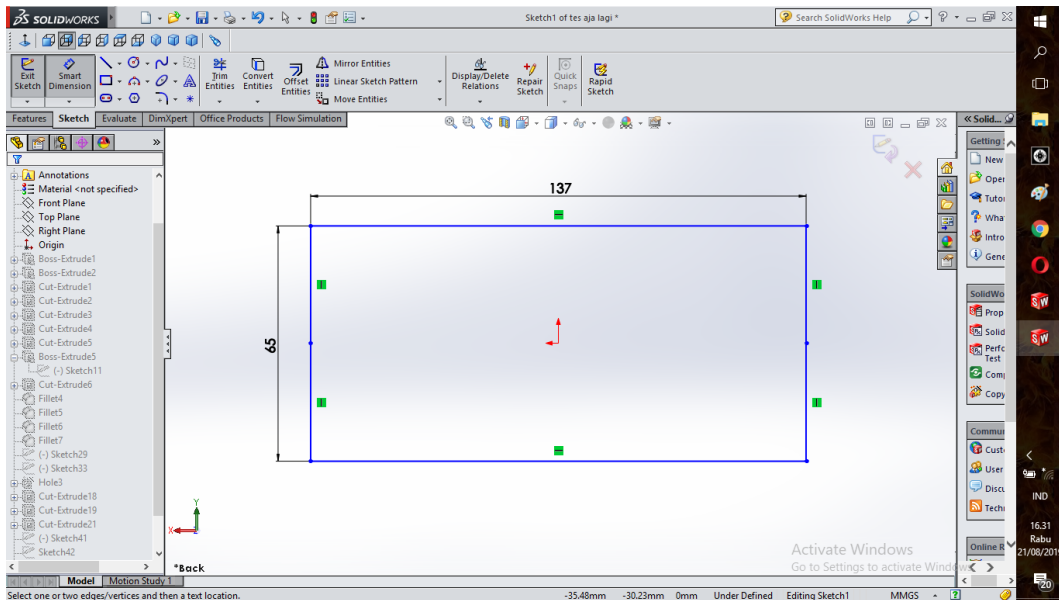




Gambar 3.5 Plane Pada Solidwork 2014

## 5. Desain Blok Silinder

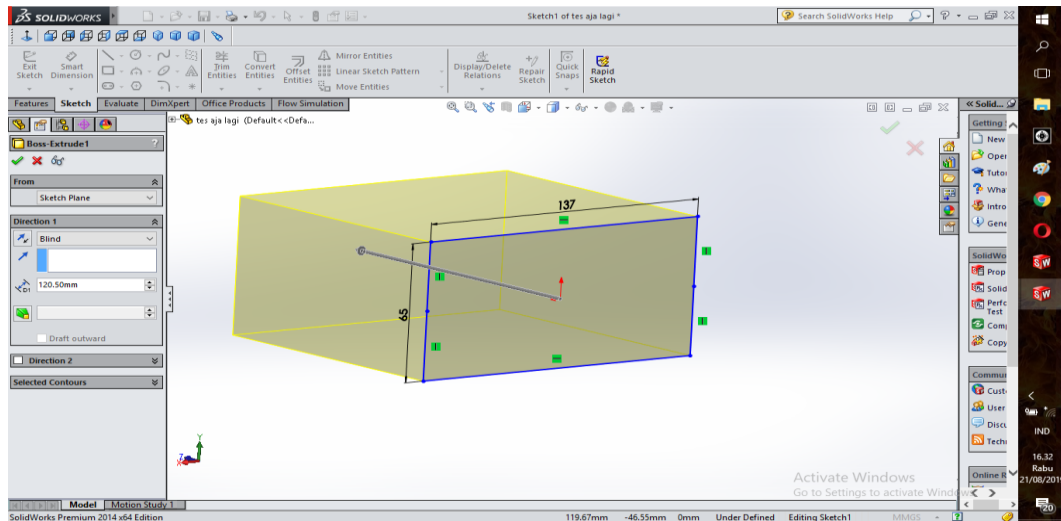
Membuat persegi panjang dengan ukuran 137mm x 65mm untuk desain awal pada blok silinder seperti pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 Persegi Panjang 137mm x 65mm

## 6. Tebal blok silinder

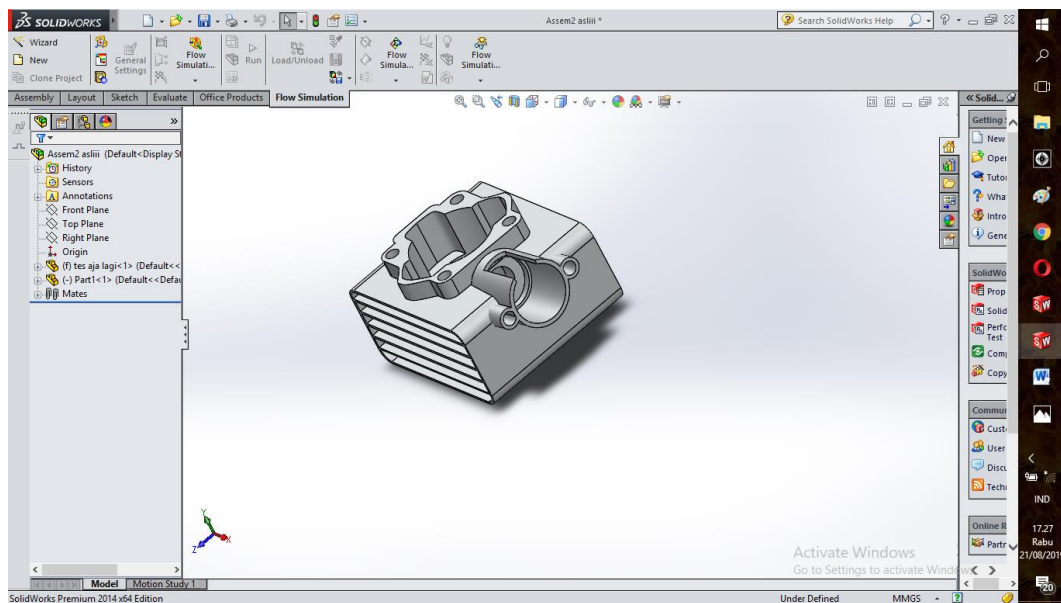
Setelah mendapatkan ukuran klik pada menu *boss extrude* untuk mendapatkan ketebalan pada persegi panjang tersebut, ketebalan pada persegi panjang tersebut adalah 120,50mm seperti pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Ketebalan Persegi Panjang

## 7. Bagian Utama Blok Silinder 3D

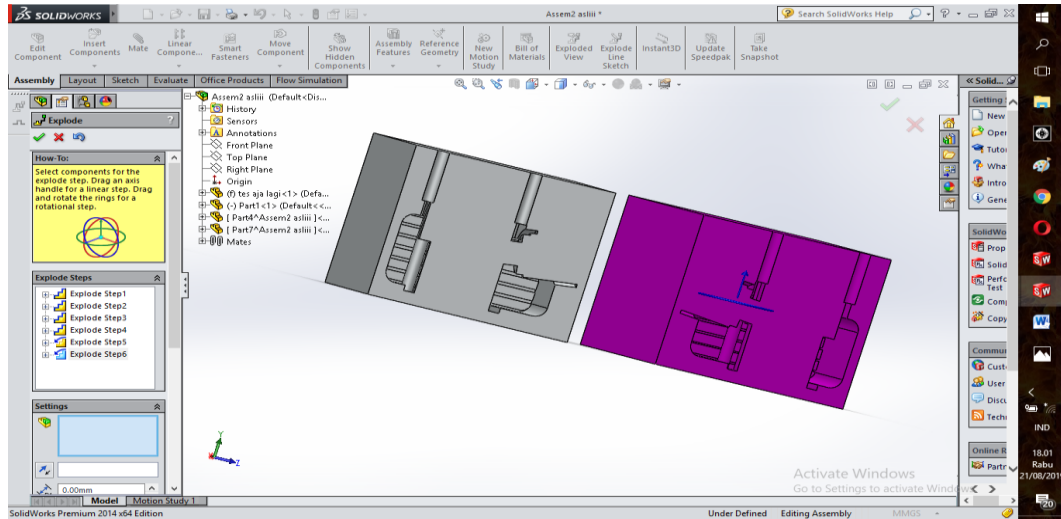
Bagian utama ini yang berfungsi untuk membuat Mold (cetakan) dapat dilihat pada gambar 3.8.



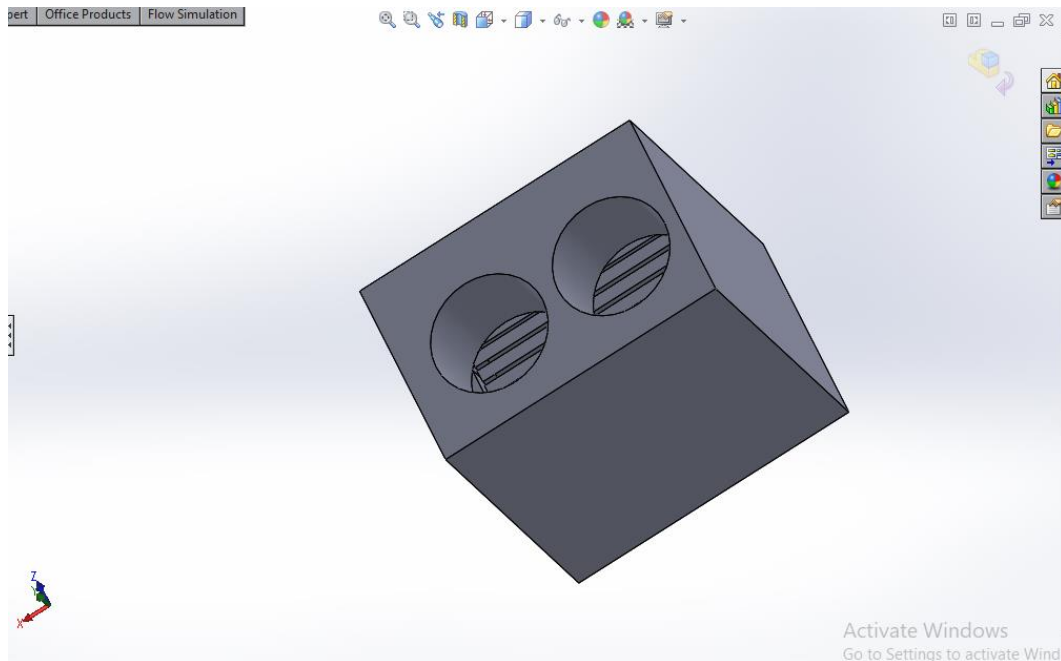
Gambar 3.8 Bagian Utama Blok Silinder 3D

## 8. Membuat Cetakan (Mold)

Mold yang dibuat merupakan blok silinder seperti pada gambar diatas yaitu dengan langkah awal klik “*make assembly*”, masukkan dimensi part cetakan, “ok” terlihat pada gambar 3.9 dan 3.10.



Gambar 3.9 Mold (cetakan) bentuk terpisah



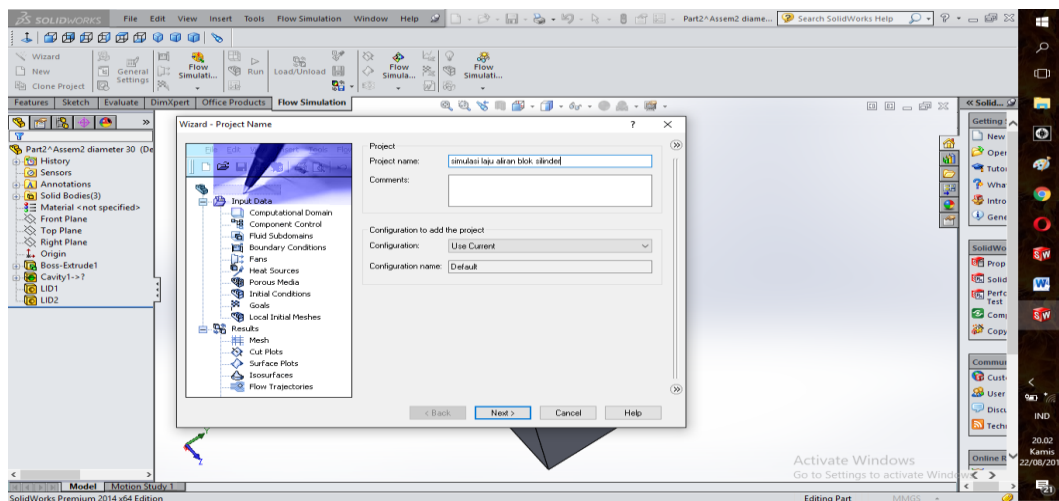
Gambar 3.10 Mold (cetakan) Blok Silinder

### 3.4 Prosedur Pengujian

Adapun prosedur yang akan dilakukan untuk mendapatkan hasil dari simulasi sebagai berikut:

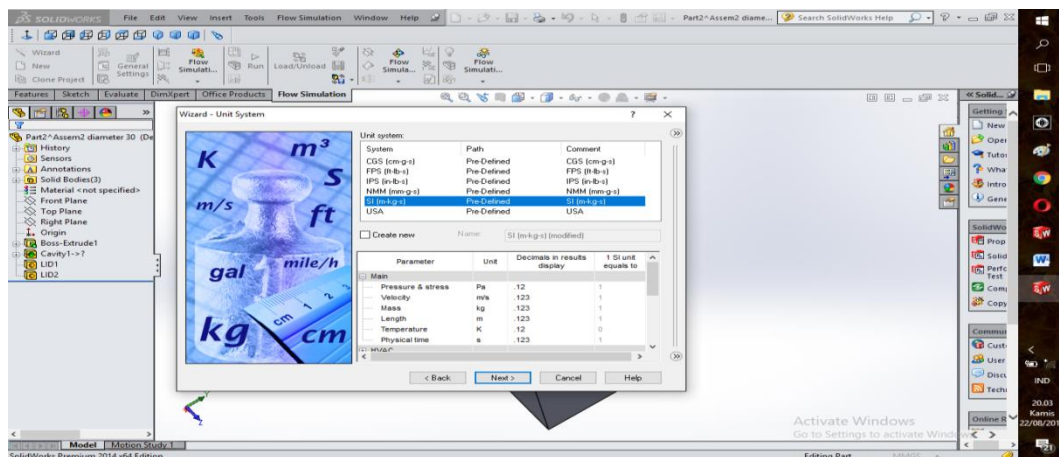
1. Pilih flow simulasi yang ada pada menu bar *software solidwork 2014*
2. Pilih *create lids* untuk tempat aliran masuk dan keluar dalam simulasi
3. Setelah *create lids* langkah selanjutnya adalah klik *wizard* di menu *solidwork 2014*

Masukkan projec name “Simulasi Laju Aliran Blok Silinder” seperti pada gambar 3.11



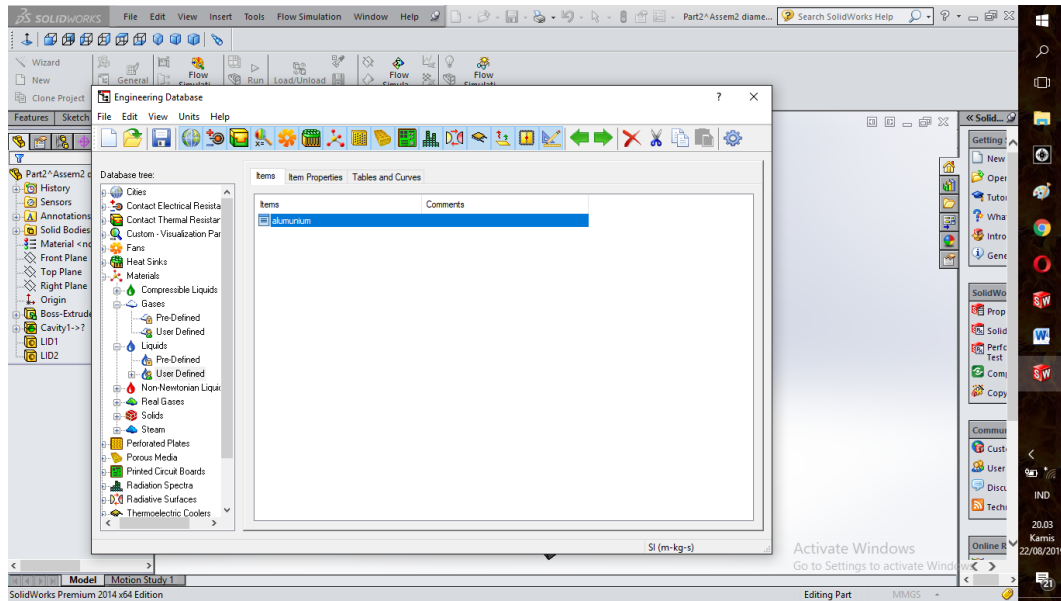
Gambar 3.11 Project Name

Pilih satuan SI untuk satuan internasional seperti pada gambar 3.12.



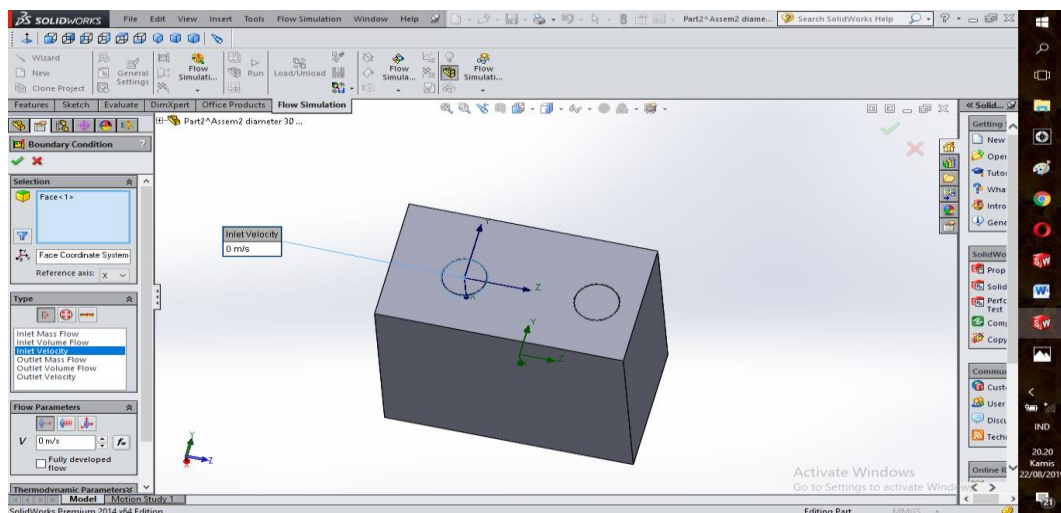
Gambar 3.12 Satuan Dalam Flow Simulasi

Untuk fluida masukkan aluminium, karna aluminium yang akan mengalir di dalam cetakan yang terlihat pada gambar 3.13



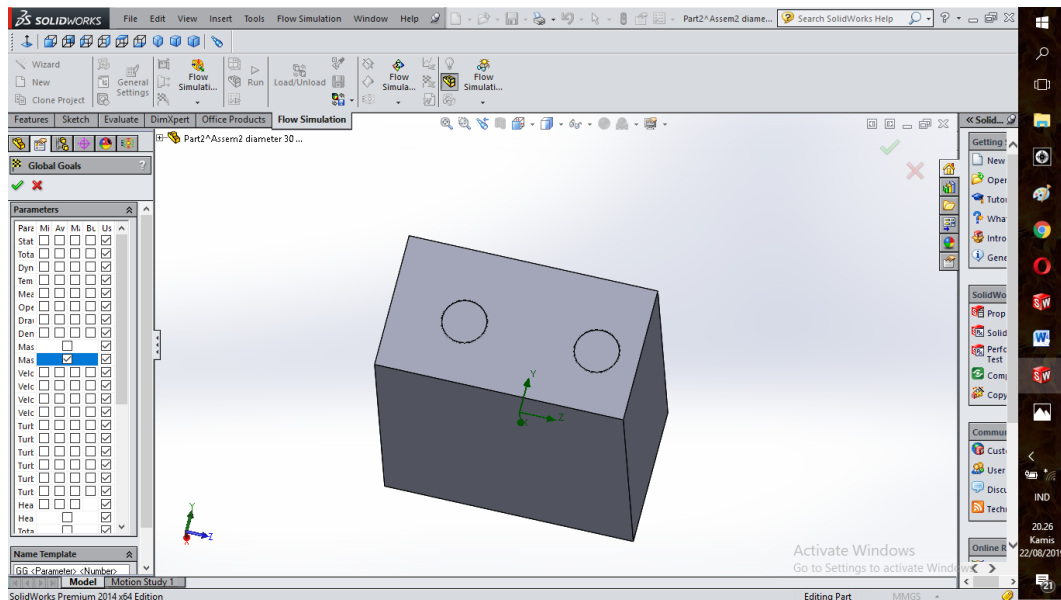
Gambar 3.13 Jenis Fluida yang di gunakan dalam flow simulasi

4. Setelah di input, selanjutnya input data pada *flow simulasi* yang sudah di buat
5. Klik kanan *boundary condition*, insert *boundary condition*, inlet *velocity*, klik kanan pada lubang masuk, Slect other, “ok” seperti pada gambar 3.14.



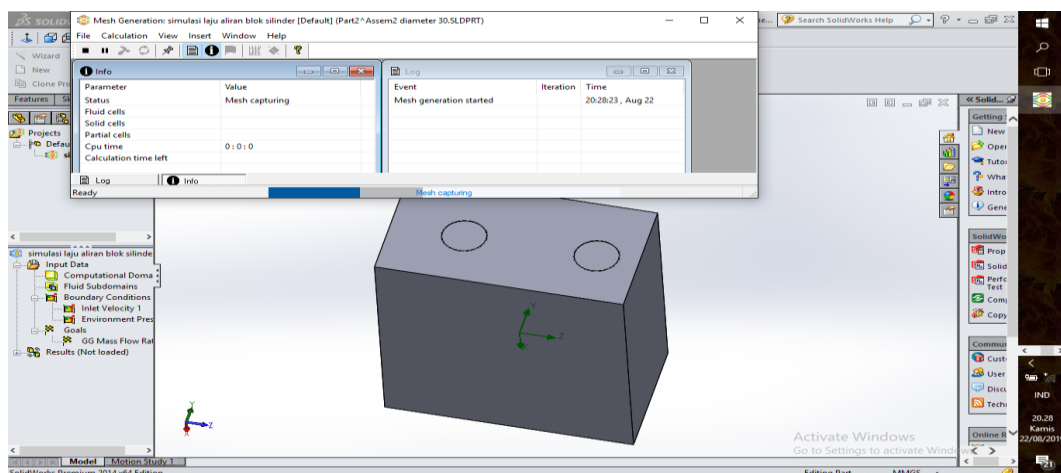
Gambar 3.14 Tampilan *Boundary Condition*

6. Klik kanan pada *boundary condition*, insert *boundary condition*, di “Type” pilih *Pressure Openings*, *environment pressure* klik kanan pada lubang keluar, Slect other, “ok”
7. Klik kanan pada menu *Goals*, insert *global goals*, pilih *mass flow rate*, “ok” seperti pada gambar 3.15



Gambar 3.15 Tampilan pada menu GOALS

8. Setelah selesai klik “Run” pada menu bar bagian atas terlihat pada gambar 3.16.



Gambar 3.16 Proses Run Flow Simulasi

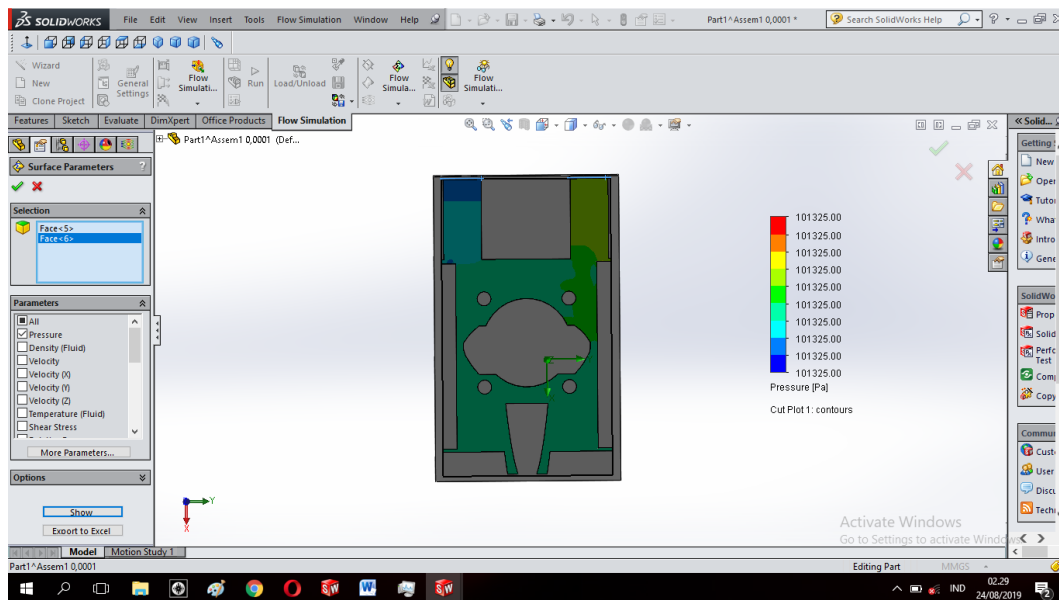
## BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Simulasi

Hasil simulasi yang diperoleh dari pengolahan data disusun berbentuk Tabel dan Grafik. Grafik yang diamati terdiri antara *pressure drop* terhadap sumbu Z, *Velocity* terhadap *Pressure Drop*. Dari grafik yang di hasilkan diharap mampu memberikan hasil penuangan yang baik dalam nilai kecepatan.

#### 4.1.1 Simulasi *Velocity* 0.0001 m/s

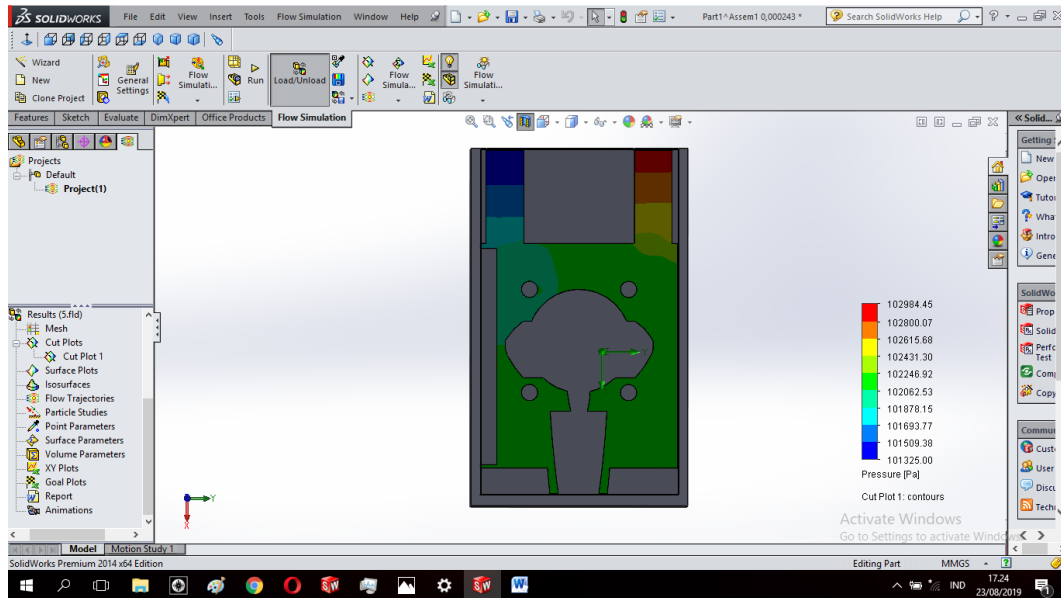
Adapun simulasi aliran dalam proses penuangan pada cetakan blok silinder menggunakan aluminium cair. Dan cetakan tersebut dibuat dari pasir cetak dengan nilai *velocity* yang diasumsikan 0.0001 m/s seperti yang ada pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 *Preasure* dengan *Velocity* 0.0001 m/s

Dari tampilan simulasi diatas dapat mengetahui nilai *pressure* tertinggi dari aliran fluida dalam simulasi dengan *velocity* 0.0001 m/s, nilai *pressure* maksimal adalah 101325.001 Pa

Dari *velocity* fluida yang masuk melalui sumbu Z yaitu dengan kecepatan maksimal  $6.89601353e-005$  m/s dan minimum  $-6.66403248e-005$  m/s dengan *pressure drop* 101325.00 Pa yang terlihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 *velocity* 0.0001 m/s sumbu Z

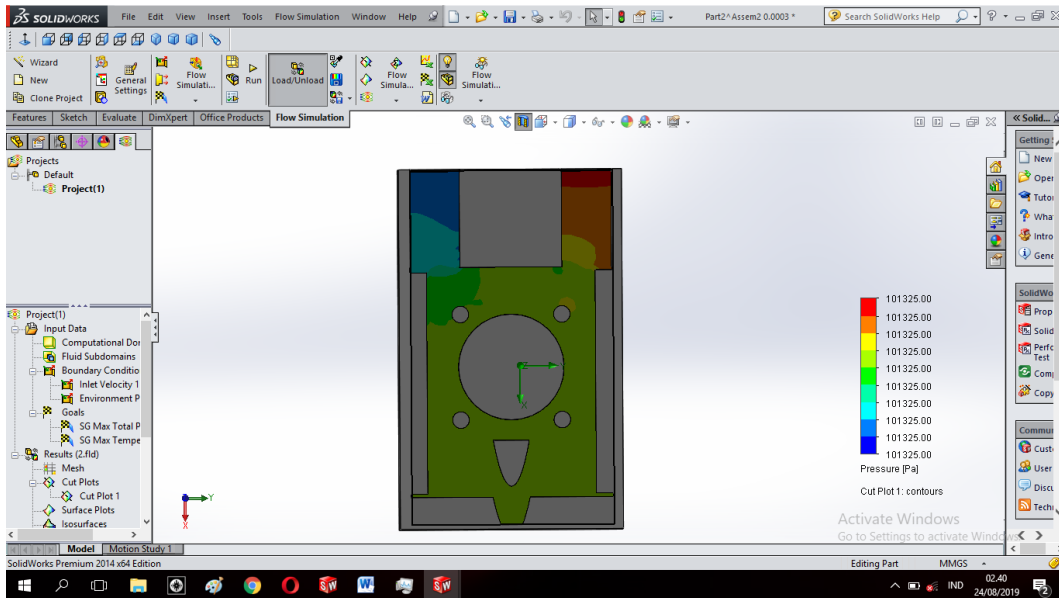
Tabel 4.1 Report *velocity* 0.0001 m/s

Name	Minimum	Maksimum
Preasure [Pa]	101325 Pa	101325.001 Pa
Temperature [K]	293.2 K	293. K
Density Fluid [kg/m <sup>3</sup> ]	2702 kg/m <sup>3</sup>	2702 kg/m <sup>3</sup>
Velocity [m/s]	0 m/s	0.000251800729 m/s
Velocity (X) [m/s]	-0.000218755465 m/s	0.000237020108 m/s
Velocity (Y) [m/s]	-0.000116786332 m/s	5.11335006e-005 m/s
Velocity (Z) [m/s]	-6.66403248e-005 m/s	6.89601353e-005 m/s
Temperated (Fluid) [K]	293.2 K	293.2 K
Vorticity [1/s]	2.9439004e-006 1/s	0.0510168572 1/s
Relative Pressure	-0.000262149304 Pa	0.00107108826 Pa

#### 4.1.2 Simulasi *Velocity* 0,0003 m/s

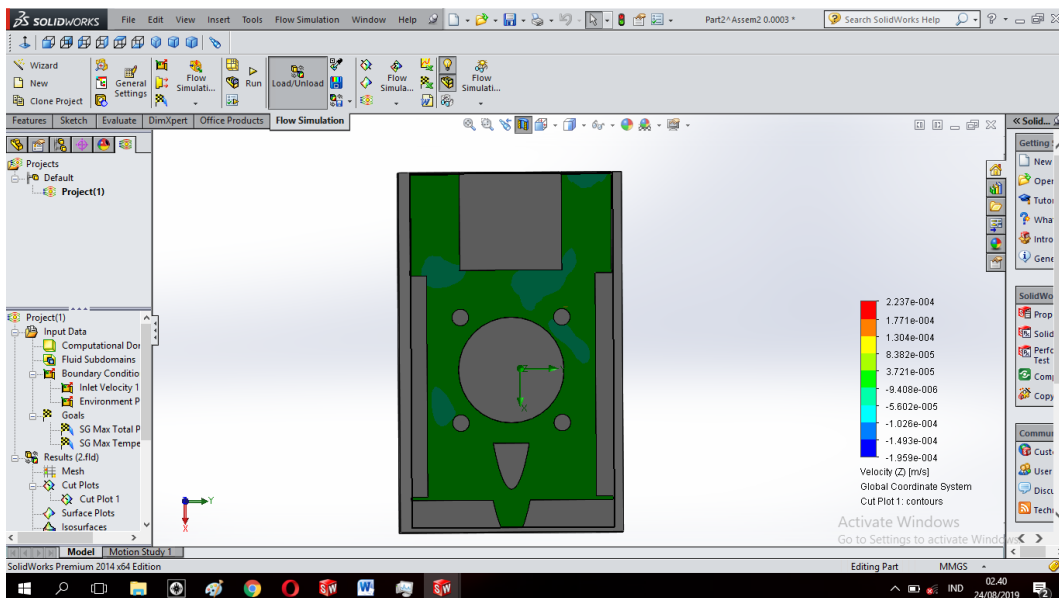
Nilai *velocity* yang diasumsikan 0,0003 m/s dapat terlihat nilai *pressure* lebih besar dari *velocity* 0,0001 m/s yaitu 101325.002 Pa maksimal yang terlihat pada gambar 4.3.





Gambar 4.3 Pressure dengan Velocity 0.0003 m/s

Pada sumbu Z dengan Velocity 0,0003 m/s memiliki nilai kecepatan maksimal 0.000223672869 m/s dan minimal -0.000195873466 m/s dengan pressure drop 101325.00 Pa seperti pada gambar 4.4.



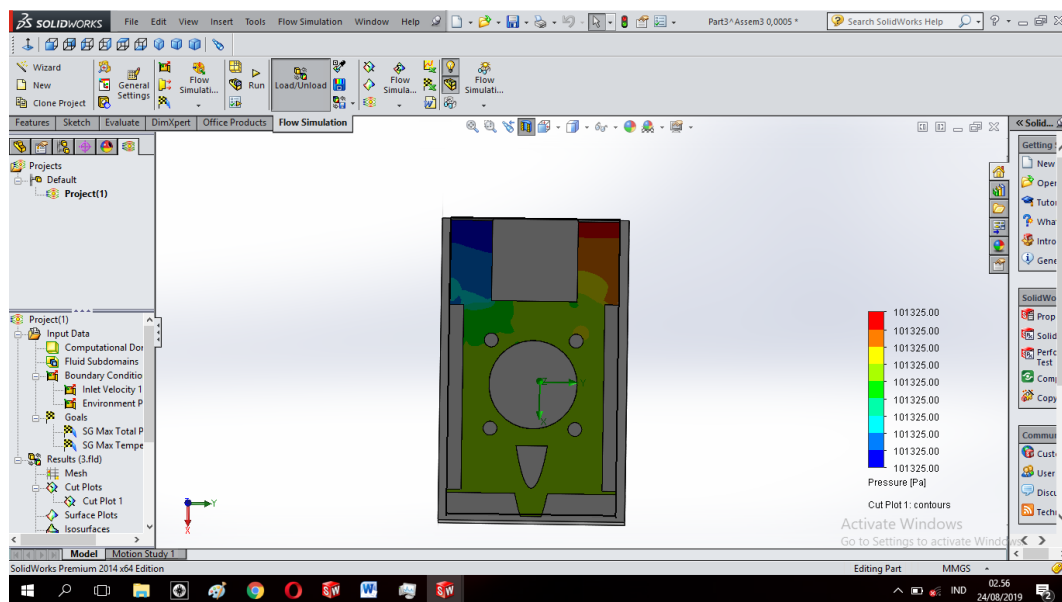
Gambar 4.4 velocity 0.0003 m/s sumbu Z

Tabel 4.2 Report *velocity* 0.0003 m/s

Name	Minimum	Maksimum
Preasure [Pa]	101325 Pa	101325.002 Pa
Temperature [K]	293.2 K	293.2 K
Density Fluid [kg/m <sup>3</sup> ]	2702 kg/m <sup>3</sup>	2702 kg/m <sup>3</sup>
Velocity [m/s]	0 m/s	0.000635465222 m/s
Velocity (X) [m/s]	-0.000599043141 m/s	0.00060772581 m/s
Velocity (Y) [m/s]	-0.000343398648 m/s	7.97630452e-005 m/s
Velocity (Z) [m/s]	-0.000195873466 m/s	0.000223672869 m/s
Temperated (Fluid) [K]	293.2 K	293.2 K
Vorticity [1/s]	9.46126596e-006 1/s	0.118331555 1/s
Relative Pressure	-0.000331044794 Pa	0.00186267451 Pa

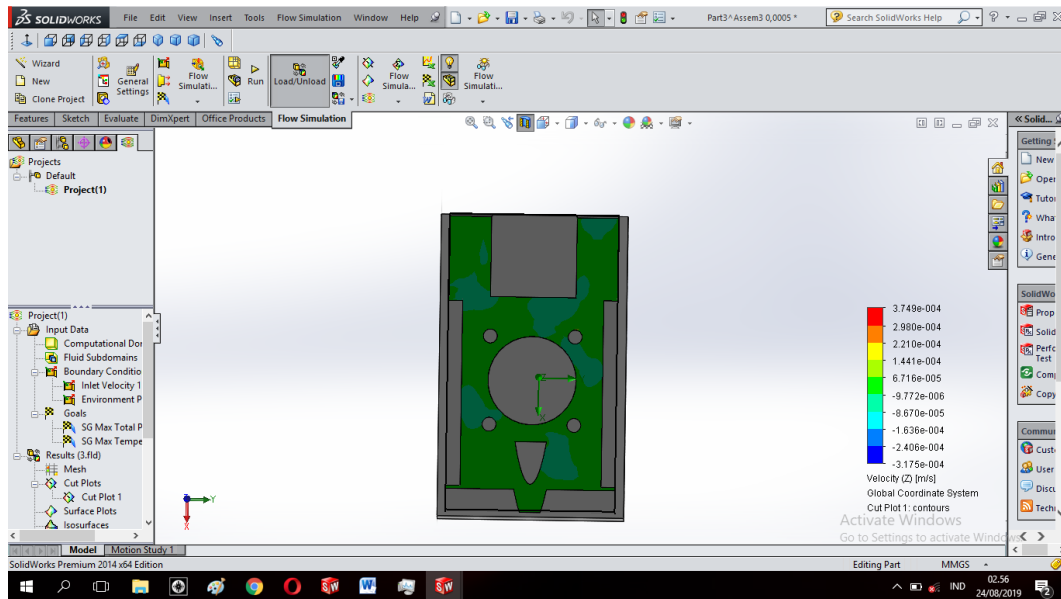
#### 4.1.3 Simulasi *Velocity* 0,0005 m/s

Nilai *velocity* yang diasumsikan 0,0005 m/s dapat terlihat nilai *pressure* lebih besar dari *velocity* 0,0003 m/s yaitu 101325.003 Pa maksimal seperti pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 *Preasure* dengan *Velocity* 0.0005 m/s

Pada sumbu Z dengan *Velocity* 0,0005 m/s memiliki nilai kecepatan maksimal 0.000374888821 m/s dan minimal -0.000317500426 m/s dengan *pressure drop* 101325.00 Pa seperti pada gambar 4.6.



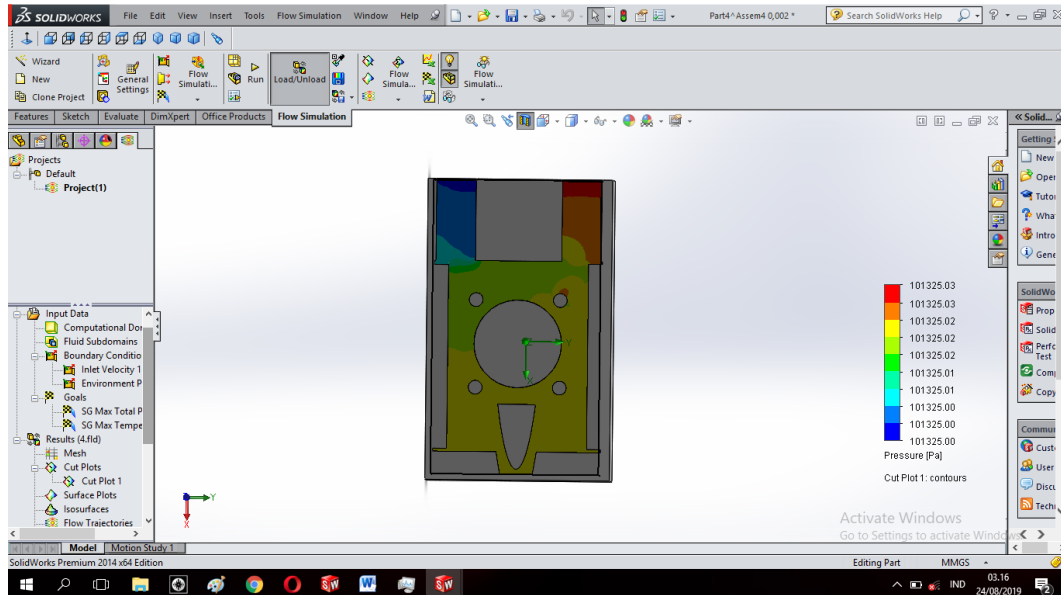
Gambar 4.6 *velocity* 0.0005 m/s sumbu Z

Tabel 4.3 Report *velocity* 0.0005 m/s

Name	Minimum	Maksimum
Pressure [Pa]	101325 Pa	101325.003 Pa
Temperature [K]	293.2 K	293.2 K
Density Fluid [kg/m <sup>3</sup> ]	2702 kg/m <sup>3</sup>	2702 kg/m <sup>3</sup>
Velocity [m/s]	0 m/s	0.000983895186 m/s
Velocity (X) [m/s]	-0.000954154858 m/s	0.000958175298 m/s
Velocity (Y) [m/s]	-0.000529985487 m/s	0.000132759809 m/s
Velocity (Z) [m/s]	-0.000317500426 m/s	0.000374888821 m/s
Temperated (Fluid) [K]	293.2 K	293.2 K
Vorticity [1/s]	6.07493589e-006 1/s	0.196649028 1/s
Relative Pressure	0.00344533492 Pa	0.00344533492 Pa

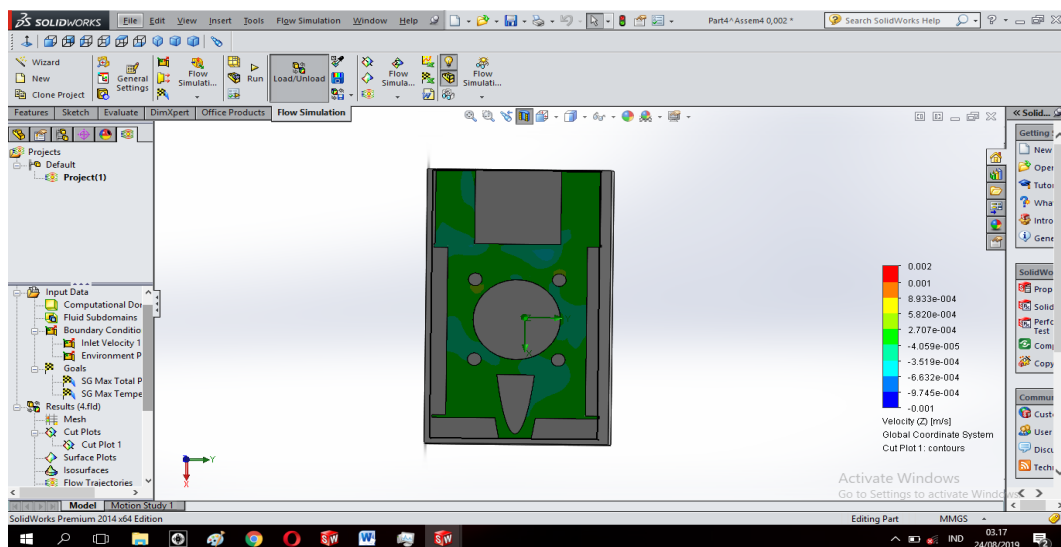
#### 4.1.4 Simulasi *Velocity* 0,002 m/s

Nilai *velocity* yang diasumsikan 0,002 m/s dapat terlihat nilai *pressure* lebih besar dari *velocity* 0,0005 m/s yaitu 101325.03 Pa maksimal seperti pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 *Pressure* dengan *Velocity* 0.002 m/s

Pada sumbu *Z* dengan *Velocity* 0,002 m/s memiliki nilai kecepatan maksimal 0.00151586937 m/s dan minimal -0.00128575803 m/s dengan *pressure drop* 101325.01 Pa seperti pada gambar 4.8.



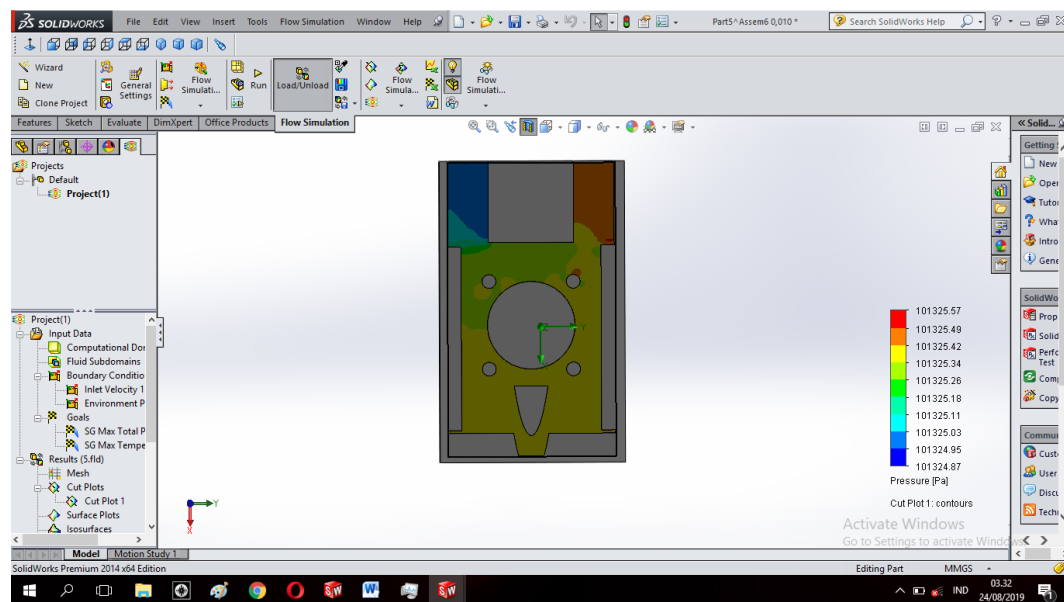
Gambar 4.8 *velocity* 0.002 m/s sumbu *Z*

Tabel 4.4 Report *velocity* 0.002 m/s

Name	Minimum	Maksimum
Pressure [Pa]	101324.997 Pa	101325.03 Pa
Temperature [K]	293.2 K	293.2 K
Density Fluid [kg/m <sup>3</sup> ]	2702 kg/m <sup>3</sup>	2702 kg/m <sup>3</sup>
Velocity [m/s]	0 m/s	0.00352036381 m/s
Velocity (X) [m/s]	-0.00349100463 m/s	0.00308536093 m/s
Velocity (Y) [m/s]	-0.00188681398 m/s	0.000797423899 m/s
Velocity (Z) [m/s]	-0.00128575803 m/s	0.00151586937 m/s
Temperated (Fluid) [K]	293.2 K	293.2 K
Vorticity [1/s]	4.51102143e-005 1/s	0.820114961 1/s
Relative Pressure	-0.0034147088 Pa	0.0297522509 Pa

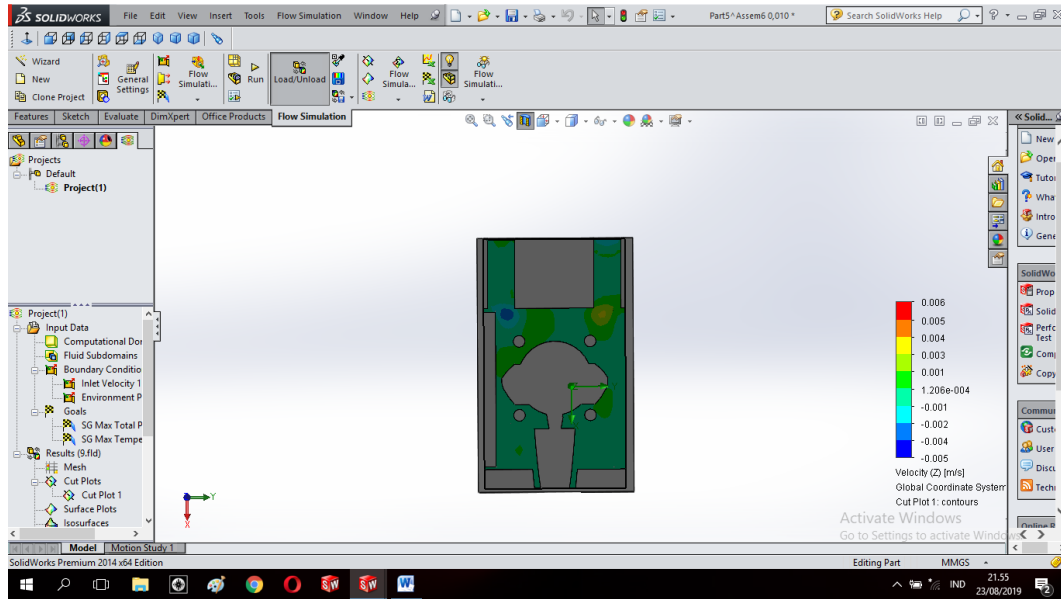
#### 4.1.5 Simulasi *Velocity* 0,010 m/s

Nilai *velocity* yang diasumsikan 0,010 m/s dapat terlihat nilai *pressure* lebih besar dari *velocity* 0,002 m/s yaitu 101325.571 Pa maksimal seperti pada gambar 4.9.



Gambar 4.9 *Pressure* dengan *Velocity* 0.010 m/s

Pada sumbu Z dengan *Velocity* 0,010 m/s memiliki nilai kecepatan maksimal 0.00798812465 m/s dan minimal -0.0073524481 m/s dengan *pressure drop* 101325.23 Pa seperti pada gambar 4.10



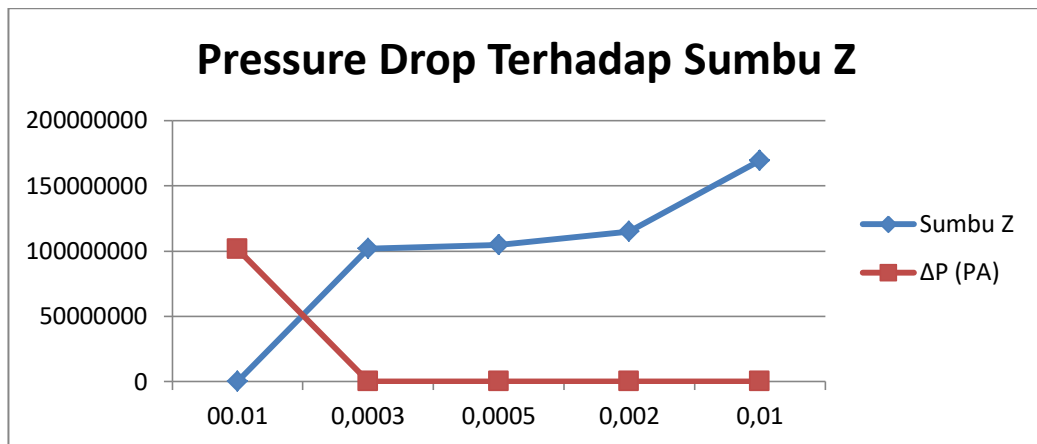
Gambar 4.10 *velocity* 0.010 m/s sumbu Z

Tabel 4.5 Report *velocity* 0.010 m/s

Name	Minimum	Maksimum
Pressure [Pa]	101324.875 Pa	101325.571 Pa
Temperature [K]	293.2 K	293.2 K
Density Fluid [kg/m <sup>3</sup> ]	2702 kg/m <sup>3</sup>	2702 kg/m <sup>3</sup>
Velocity [m/s]	0 m/s	0.0166455157 m/s
Velocity (X) [m/s]	-0.0165553945 m/s	0.0146126059 m/s
Velocity (Y) [m/s]	-0.00933665997 m/s	0.00700489674 m/s
Velocity (Z) [m/s]	-0.0073524481 m/s	0.00798812465 m/s
Temperated (Fluid) [K]	293.2 K	293.2 K
Vorticity [1/s]	0.00143569259 1/s	4.09242417 1/s
Relative Pressure	-0.125421643 Pa	0.570526016 Pa

#### 4.2 Pembahasan

Dari hasil simulasi menggunakan software atau perangkat lunak *solidwork 2014* maka yang akan diketahui adalah perbandingan *pressure drop* terhadap sumbu Z, *Velocity* terhadap *Pressure Drop*, dapat diketahui pada gambar 4.11 Grafik perbandingan *Pressure Drop* terhadap Sumbu Z Dengan *Velocity* Yang Sudah Diasumsikan



Gambar 4.11 Grafik Perbandingan *Pressure Drop* Terhadap Sumbu Z Dengan *Velocity* Yang Sudah Diasumsikan

Dari grafik hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai dari asumsi *Velocity* 0,0001 m/s terdapat *Pressure Drop* 101.325.001 Pa pada 102984.45 Sumbu Z, *Velocity* 0,0003 m/s terdapat *Pressure Drop* 101325.00 Pa pada 101.990.083 m/s Sumbu Z, *Velocity* 0,0005 m/s terdapat *Pressure Drop* 101325.00 Pa Pada 104.687.181 m/s Sumbu Z, *Velocity* 0,002 m/s terdapat *Pressure Drop* 101325.01 Pa pada 114.976.894 m/s Sumbu Z, dan *Velocity* 0,010 m/s terdapat *Pressure Drop* 101325.23 Pa pada 169.136.255 m/s sumbu Z.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil simulasi laju aliran pada blok silinder motor makar dapat disimpulkan bahwa:

1. Nilai pada pressure drop terhadap sumbu Z yaitu berbanding lurus dimana semakin besar pressure drop yang di dapat pada velocity maka semakin besar juga nilai dari sumbu Z yang di dapatkan
2. Nilai pada velocity terhadap presure drop yaitu berbanding lurus dimana semakin besar nilai velocity maka nilai yang di dapatkan pada pressure drop semakin besar juga

#### 5.2 Saran

Adapun saran yang di ajukan yaitu proses simulasi penelitian sebaiknya menggunakan processor atau spesifikasi yang baik pada laptop atau komputer yang memang sanggup dalam mengoperasikan *software solidwork 2014* agar mendapatkan hasil simulasi yang lebih akurat dengan berbagai mode yang ada pada *software solidwork 2014*



## DAFTAR PUSTAKA

- Bayu Triwibowo (2013). *Teori dasar simulasi proses pembakaran limbah vinasse dari industri alkohol berbasis CFD*. Prodi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Jl Raya Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229, Indonesia
- Drihandono, s., eko budyanto, (2016). *Pengaruh temperatur tuang, temperatur cetak dan tekanan pada pengecoran bertekanan (high pressure die casting) terhadap kekerasan dan struktur micro alumunium paduan silikon (Al-Si 7,79%)* jurusan teknik mesin, fakultas teknik, Universitas muhammadiyah metro, lampung
- Kadarisman Syah, DKK (2017). *Desain gating system dan parameter proses pengecoran untuk mengatasi cacat rongga poros engkol*. Jurnal teknologi rekayasa
- K. Roziqin, H. Purwanto, I. Syafa'at (2012). *Pengaruh model sistem saluran pada proses pengecoran alumunium daur ulang terhadap struktur mikro dan kekerasan coran pulli diameter 76mm dengan cetakan pasir*. Jurusan teknik mesin, fakultas teknik, Universitas wahid hasyim, Semarang
- Muksin R. Harahap, Anasir Effendi siregar (2019). *Analisa perpindahan panas pada penuangan besi cor kelabu FC200 pada cetakan logam*. Program studi teknik mesin, fakultas teknik UISU Medan
- Mochamad iqbal nashrulhaq, Cahyadi nugraha, Arif imbran (2014). *Model simulasi sistem antrean elevator*. Jurusan teknik industri, Institut teknologi nasional Bandung
- Rasyidi (2015). *Analisa proses pengecoran material alumunium secara sentrifugal terhadap kecepatan putar*. Majalah teknis simes
- Soejono Tjitro (2001). *Pengaruh bentuk riser terhadap cacat penyusunan produk cor alumunium cetakan pasir*. Dosen fakultas teknologi industri, jurusan teknik mesin, Universitas Kristen Petra
- Sugeng, S., dan Taufik , H (2010) *pengaruh model saluran tuang pada cetakan pasir terhadap hasil cor logam*. Prosiding seminar nasional sains dan teknologi 2010, fakultas teknik, Universitas wahid hasyim semarang. D.80, D.85
- Sulis Drihandono, eko budyanto (2016). *Pengaruh Temperatur Tuang, Temperatur Cetakan, dan Tekanan Pada Pengecoran Bertekanan (High Pressure Die Casting/HPDC) Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Aluminium Paduan Silikon (Al-Si 7,79 %)*. Universitas Muhammadiyah Metro Jl. Ki Hajar Dewantara 15 A Metro, Lampung

Surdia, T., dan Chijiwa, K (2000). *Teknik pengecoran logam*, cetakan ke8, PT.Pradnya Paramita, Jakarta

Sutiyoko (2019). *Metode pengecoran lost foam menjawab tentang dunia industri pengecoran logam*. Jurusan teknik pengecoran logam, politeknik manufaktur ceper klaten

Tata Surdia, Kenji Chijiwa (1991). *Teknik pengecoran logam*. Jakarta: pradnya paramita

# **LAMPIRAN**

## LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

### Simulasi Laju Aliran Pengecoran Dalam Proses Pembuatan Blok Silinder Motor Bakar

Nama : Melpan  
NPM : 1507230161

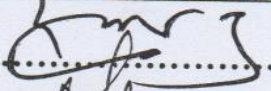
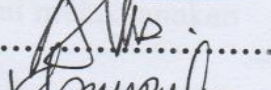
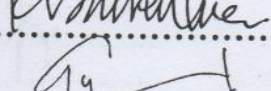
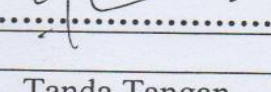
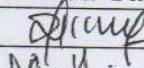




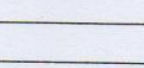
Dosen Pembimbing 1 : Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T  
Dosen Pembimbing 2 : Sudirman Lubis, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	8/7-2019	Perbaikan Coveri Catam	<i>A</i>
2.	15/7-2019	Selesaikan dgn judul	<i>A</i>
3.	1/8-19	lanjutan	<i>A</i>
4.	6/8-19	lanjutan ke publikasi II	<i>A</i>
5.	26/8-19	Perbaiki simulasi dan	<i>A</i>
6.	27/8-19	Tambah daftar Pustaka	<i>A</i>
		Acc di seminar	<i>A</i>
			<u>30/8-2019</u>

**DAFTAR HADIR SEMINAR  
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK – UMSU  
TAHUN AKADEMIK 2018 – 2019**

Peserta Seminar

Nama : Melpan  
 NPM : 1507230161  
 Judul Tugas Akhir : Simulasi Laju Aliran Pengecoran Dalam Proses Pembua-  
 Tan Blok Silinder Motor Bakar.

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing – I : Munawar A Siregar.S.T.M.T			: 
Pembimbing – II : Sudirman Lubis.S.T.M.T			: 
Pembanding – I : Khairul Umurani.S.T.M.T			: 
Pembanding – II : Chandra A Siregar.S.T.M.T			: 
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1507230214	AGUS TOMMY KURNIAWAN	
2	1507230161	MELPAN	
3	1507230167	Harun Sckh hasahap	
4	1507230169	ARYANSAH PRATIAMA HIZR	
5	1507230160	Muhammed Arsaad	
6	1507230010	Fery Hardiansyati	
7			
8			
9			
10			

Medan, 11 Muharram 1440 H  
 11 September 2019 M

Ketua Prodi T. Mesin









**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**FAKULTAS TEKNIK**

Jalan Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - EXT. 12

Website: <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail: [fatek@umsu.ac.id](mailto:fatek@umsu.ac.id)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN  
DOSEN PEMBIMBING**

**Nomor : 03//IL.3AU/UMSU-07/F/2019**

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 03 Januari 2019 dengan ini menetapkan

Nama : **MELPAN**  
Npm : 1507230161  
Program Studi : **TEKNIK MESIN**  
Semester : **V11( TUJUH )**  
Judul Tugas Akhir : **SIMULASI LAJU ALIRAN PENGECORAN DALAM PROSES  
PEMBUATAN BLOK SILINDER MOTOR BAKAR .**

Pembimbing I : **MUNAWAR ALFANSURY SIREGAR ST.MT.**  
Pembimbing II : **SUDIRMAN LUBIS ST.MT.**

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.

Medan, 25 Rabiul Akhir 1440 H

03 Januari 2019 M



Dekan

**Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT**

**NIDN: 0101017202**

Cc. File



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### A. DATA PRIBADI

1. Nama : Melpan
2. Jenis Kelamin : Laki-laki
3. Tempat/Tanggal Lahir : Helvetia, 09 April 1997
4. Kewarganegaraan : Indonesia
5. Status : Belum Menikah
6. Agama : Islam
7. Alamat : JL. Veteran Psr.VIII, Gg. Sepakat, Medan
8. Nomor HP : 085270418871
9. Email : [melpansmart@gmail.com](mailto:melpansmart@gmail.com)

### B. RIWAYAT PENDIDIKAN

NO	PENDIDIKAN FORMAL	TAHUN
1	SDN 064993 MEDAN	2003 - 2009
2	SMPN 43 MEDAN	2009 - 2012
3	SMK HARAPAN MEKAR 1 MEDAN	2012 - 2015
4	TEKNIK MESIN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA	2015 - 2019