

# **TUGAS AKHIR**

## **ANALISA NUMERIK ALIRAN PADA PROSES PENUANGAN RESIN PADA CETAKAN SUDU TURBIN PELTON MENGUNAKAN *SOFTWARE SOLIDWORKS***

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

**Disusun Oleh:**

**M.AMIN  
1407230231**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

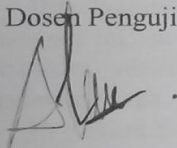
Nama : M.Amin  
NPM : 1407230231  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Skripsi : Analisa numerik aliran pada proses penuangan resin pada cetakan sudu turbin pelton menggunakan *software solidwoks*  
Bidang ilmu : Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan 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, 15 Mei 2019

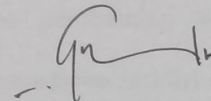
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



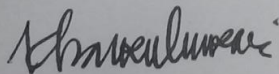
Sudirman Lubis S.T.,M.T

Dosen Penguji II



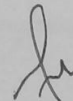
Chandra A Siregar S.T.,M.T

Dosen Penguji III



Khairul Umurani S.T.,M.T

Dosen Penguji IV



H. Muharnif S.T.,M.Sc

Program Studi Teknik Mesin  
Ketua,



Affandi, S.T.,M.T

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : M.Amin  
Tempat /Tanggal Lahir :Tembung, 4 Oktober 1989  
NPM : 1407230231  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

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

**“Analisa numerik aliran pada proses penuangan resin pada cetakan sudu turbin pelton menggunakan *software solidworks*”,**

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses 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 menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 15 Maret 2019



Saya yang menyatakan,

M.Amin

## ABSTRAK

Sumatera utara adalah salah satu daerah yang sangat berpotensi untuk pengembangan pembangkit listrik tenaga air karena didukung dengan 24,28 % adalah dataran tinggi dengan maksud untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil yang sudah menjadi perhatian dunia akan ketersediaan dimasa mendatang. Turbin pelton merupakan jenis turbin air yang digunakan dengan memanfaatkan tinggi jatuh air. Maka diperlukan pendekatan dalam hal analisa perencanaan komponen-komponen turbin untuk menerapkan turbin pelton untuk menunjang kinerja turbin, menyadari pentingnya komponen turbin pelton yaitu salah satunya sudu maka untuk mencapai sasaran tersebut diperlukan analisa dan pembuatan *prototype* turbin pelton, dari beberapa komponen turbin, sudu turbin adalah salah satu yang terpenting, karena sudu akan mendapat gaya impuls dari air jatuh yang diarahkan tepat dihadapan sudu turbin pelton , maka akan sangat mempengaruhi putaran turbin sebab itu harus ada analisa mengenai aliran pada proses pencetakan dan penuangan pada cetakan sudu. Untuk menghemat dalam kegiatan dan proses analisa maka lebih baik menggunakan *computation fluid dynamic (CFD)* yang dapat memberikan hasil yang akurat dan dapat dipercaya, dengan bantuan perangkat lunak yang disimulasikan nilai diketahui *velocity, pressure drop*, dengan masing-masing nilai kecepatan masuk yaitu 0,0003m/s, 0,000475m/s, 0,00065m/s, 0,000825m/s, 0,001m/s, bahan cetakan menggunakan resin yang mudah ditemukan dan baik digunakan untuk proses cetakan karena sifat yang kental dan resin merupakan bahan cetakan yang sudah sangat banyak dipakai dalam bidang keteknikan, maksud dari tugas akhir adalah mengetahui *pressure drop* dan kecepatan masuk fluida resin melalui arah vertikal. Hasil simulasi yang telah dilakukan menggunakan *software solidworks* didapat nilai *prssure drop* terendah pada *velocity* 0,0003 m/s

Kata kunci : Turbin pelton, *CFD*, Resin

## ABSTRACT

*North Sumatra is one of the potential areas for the development of hydroelectric power because it is supported by 24.28% is a plateau with the intention to reduce the use of fossil fuels that have become the world's attention to future availability. Pelton turbines are a type of water turbine used by utilizing high water falls. Then an approach is needed in terms of planning analysis of turbine components to implement pelton turbines to support turbine performance, realizing the importance of pelton turbine components, one of which is to achieve the target analysis and manufacture of Pelton turbine prototypes, from several turbine components, turbine blades are one of the most important, because the blade will get an impulse force from falling water which is directed right in front of the pelton turbine blade, it will greatly affect the turbine rotation because there must be an analysis of the flow in the printing process and pouring on the blade mold. To save on activities and analysis processes it is better to use computational fluid dynamic (CFD) which can provide accurate and reliable results, with the help of software that simulated the known velocity value, pressure drop, with each input speed value being 0, 0003 m/s, 0,000475 m/s, 0,00065 m/s, 0,000825m/s, 0,001m/s, printed materials use resins that are easy to find and are well used for the molding process due to their thick properties and resins which are molded materials already very widely used in the field of engineering, the purpose of the final task is to know the pressure drop and the speed of entry of resin fluid through the vertical direction. The simulation results that have been done using solidworks software have the lowest value drop value at the velocity of 0.0003 m/s*

*Keywords: Pelton turbine, CFD, Resin*

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisa Numerik Aliran Pada Proses Penuangan Resin pada Cetakan Sudu Turbin Pelton Dengan Menggunakan *software Solidworks*” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

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

1. Bapak Khairul umurani, ST,MT selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak H. Muharnif, ST,MSc selaku Dosen Pimbimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Sudirman lubis ST,MT, Candra A Siregar ST,MT selaku Dosen Pembanding I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Affandi ST,MT yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesinl, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar ST,MT selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.

7. Orang tua penulis: Abdul Muin dan Siti Aisyah, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Sahabat-sahabat penulis, 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 teknik sipil/Mesin/Elektro.

Medan, 15 Maret 2019

M. Amin

## 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>xiii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</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>	4
2.1. Turbin Pelton	4
2.1.1. Pengertian Turbin	5
2.1.2. Komponen utama turbin pelton	5
2.2. Fluida	8
2.2.1. Rapat massa ( <i>density</i> )	8
2.2.2. Berat Spesifik ( <i>specific weight</i> )	9
2.2.3. Spesifikasi grafitasi	9
2.2.4. Laju Aliran Massa	9
2.2.5. Viskositas	9
2.3. Debit Aliran	10
2.4. Aliran Fluida	10
2.4.1. Klasifikasi Aliranliran	10
2.4.2. Tipe Aliran	13
2.4.3. Pola Aliran fluida dua fasa	
2.5. Bilangan Reynold	15
2.6. Resin	16
2.6.1. Sifat Resin	16
2.7. <i>Polymer</i>	17
2.7.1 <i>thermosets</i>	17
2.7.2 <i>Thermoplastics</i>	18
2.8. Komputasi Dinamika Fluida	18
2.8.1 Proses CFD	19
2.9 <i>Solidworks</i>	20
<b>BAB 3 METODOLOGI</b>	
3.1 Tempat dan Waktu	22
3.1.1 Tempat	22



3.1.2	Waktu	22
3.2	Diagram Alir	23
3.3	Alat dan Bahan	23
3.3.1.	Alat	24
3.3.2	Bahan	24
3.4	Perancangan dengan <i>software solidworks</i>	25
3.5	Simulasi aliran	28
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1	Hasil simulasi	36
4.1.1	Simulasi <i>velocity</i> 0,0003 m/s	36
4.1.2	Simulasi <i>velocity</i> 0,000475 m/s	37
4.1.3	Simulasi <i>velocity</i> 0,000650 m/s	39
4.1.4	Simulasi <i>velocity</i> 0,000825 m/s	40
4.1.5	Simulasi <i>velocity</i> 0,001 m/s	42
4.2	Pembahasan	43
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1.	Kesimpulan	45
5.2.	Saran	45
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>46</b>
	<b>LAMPIRAN</b>	
	<b>LEMBAR ASISTENSI</b>	
	<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>properties resin</i>	11
Tabel 3.1 waktu pelaksanaan penelitian	17
Tabel 4.1 <i>Report velocity</i> 0,0003 m/s	32
Tabel 4.2 <i>Report velocity</i> 0,000475 m/s	33
Tabel 4.3 <i>Report velocity</i> 0,000650 m/s	35
Tabel 4.4 <i>Report velocity</i> 0,000825 m/s	36
Tabel 4.5 <i>Report velocity</i> 0,001 m/s	38

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Jenis turbin	4
Gambar 2.2	Klasifikasi turbin	5
Gambar 2.3	<i>runner</i> Turbin pelton	6
Gambar 2.4	Sudu	7
Gambar 2.5	<i>Nozzel</i>	7
Gambar 2.6	Rumah Turbin	8
Gambar 2.7	Aliran laminar	12
Gambar 2.8	Aliran Transisi	12
Gambar 2.9	Aliran Turbulen	13
Gambar 2.10	<i>Bubbly flow</i>	13
Gambar 2.11	<i>plug flow</i>	14
Gambar 2.12	<i>startified flow</i>	14
Gambar 2.13	<i>wavy flow</i>	14
Gambar 2.14	<i>slug flow</i>	15
Gambar 2.15	<i>Annular flow</i>	15
Gambar 2.16	Resin getah pohon	16
Gambar 2.17	<i>flowchat</i>	20
Gambar 2.18	Proses menggambar <i>solidworks</i>	21
Gambar 3.1	<i>flowchat</i>	23
Gambar 3.2	Komputer laboratorium komputer	24
Gambar 3.3	Perangkat lunak <i>solidworks</i>	24
Gambar 3.4	Tampilan awal <i>solidworks</i>	25
Gambar 3.5	Plane prancangan	26
Gambar 3.6	Dimensi sudu	26
Gambar 3.7	Bagian utama sudu	27
Gambar 3.8	Kaki sudu	28
Gambar 3.9	Cetakan sudu pelton	28
Gambar 3.10	<i>Flow simulation</i>	29
Gambar 3.11	<i>Unit system</i>	29
Gambar 3.12	<i>Default fluid</i>	30
Gambar 3.13	<i>Wall condition</i>	30
Gambar 3.14	<i>Initial conditions</i>	31
Gambar 3.15	<i>Result and Geometry resolution</i>	31
Gambar 3.16	<i>flow simulation analysis</i>	32
Gambar 3.17	<i>Creat lid</i>	32
Gambar 3.18	<i>Computational domain</i>	33
Gambar 3.19	<i>Fluid subdomain</i>	33
Gambar 3.20	<i>boundary condition</i>	34
Gambar 3.21	<i>Goals</i>	34
Gambar 3.22	<i>Run</i>	35
Gambar 3.23	<i>finish run</i>	35
Gambar 4.1	Visualisasi <i>pressure</i> dengan <i>velocity</i> 0,0003 m/s	36
Gambar 4.2	Visualisasi <i>velocity</i> 0,0003 m/s sumbu Z	37
Gambar 4.3	Visualisasi <i>pressure</i> dengan <i>velocity</i> 0,000475 m/s	38

Gambar 4.4	Visualisasi <i>velocity</i> 0,000475 m/s sumbu Z	38
Gambar 4.5	Visualisasi <i>pressure</i> dengan <i>velocity</i> 0,00065 m/s	39
Gambar 4.6	Visualisasi <i>velocity</i> 0,00065 m/s sumbu Z	40
Gambar 4.7	Visualisasi <i>pressure</i> dengan <i>velocity</i> 0,000825 m/s	41
Gambar 4.8	Visualisasi <i>velocity</i> 0,000825 m/s sumbu Z	41
Gambar 4.9	Visualisasi <i>pressure</i> dengan <i>velocity</i> 0,001 m/s	42
Gambar 4.10	Visualisasi <i>velocity</i> 0,001 m/s sumbu Z	43
Gambar 4.11	Grafik perbandingan <i>velocity</i> terhadap	44
Gambar 4.12	Perbandingan <i>pressure drop</i> dengan <i>velocity</i>	44

## DAFTAR NOTASI

$v_u$	= kecepatan keliling	m/s
$g$	= gravitasi	$m/s^2$
$H$	= tinggi jatuh air	m
$\rho$	= massa jenis	$kg/m^3$
$m$	= massa	kg
$V$	= volume	$m^3$
$w$	= berat spesifik	$N/m^3$
$\dot{m}$	= massa laju aliran	m/s
SG	= spesifikasi grafitasi	
$\gamma$	= viskositas dinamik	$m^2/s$
Re	= Bilangan reynold	

# BAB 1 PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Peningkatan kualitas suatu bahan atau produk tidak bisa dilepaskan dari analisa, dengan adanya data dari hasil analisa akan menghasilkan prediksi untuk meningkatkan ketahanan, kekuatan dan kemampuan kerja dan efisiensi suatu alat sehingga pada ujungnya mengurangi penggunaan bahan bakar fosil yang sudah menjadi perhatian global.

Dengan maksud mengurangi bahan bakar fosil, maka harus melihat sumber energi baru yang tersedia salah satunya potensi air, potensi air adalah salah satu paling efisien diterapkan di Sumatera khususnya Sumatera Utara Indonesia yang potensial untuk digunakan turbin implus (Pelton) yang memiliki dataran tinggi 24,28 % dari luas 181.860,65 km (Bappeda Prov Sumut) maka diperlukan pembangkit untuk memanfaatkan ketinggian air di dataran tinggi yang ada di Sumatera Utara.

Desain dan pengembangan turbin Pelton adalah sebagian besar didasarkan pada pendekatan uji coba yang jika dilakukan secara eksperimental sangat memakan waktu dan mahal, ada publikasi yang menjelaskan optimasi numerik dari kinerja turbin dengan memodelkan dan mengoptimalkan macam-macam bentuk sudu Pelton tapi masih ada kekurangan informasi yang tersedia di domain publik dalam hal sudu, parameter desain dan pengaruhnya terhadap kinerja turbin meskipun penggunaan komputasi sangat luas untuk dinamika fluida (CFD) hari ini.

*Solidworks* bisa menyertakan nilai properti file kustom dan default dalam persamaan untuk bagian dan rakitan. Aplikasi *solidworks* menghitung properti seperti massa, kepadatan, dan volume, berdasarkan model geometri dan sifat material. (<https://www.google.com/search?client=firefox-b&q=translate>)

Banyak turbin Pelton yang dapat dijumpai sebagai pembangkit, turbin Pelton adalah pembangkit yang memanfaatkan ketinggian air, selanjutnya air diarahkan menggunakan nosel untuk menciptakan gerak dinamis yang tepat berhadapan pada sudu turbin. Dengan diarahkan air berhadapan dengan sudu maka harus ada analisa pada sudu turbin Pelton tersebut.

Sudu adalah salah satu bagian dari turbin yang mengalami gerak kinetik yang diakibatkan oleh aliran fluida. banyak pemakaian sudu turbin pelton baik penggunaannya sebagai alat uji dan pembangkit komersil sering dijumpai. permasalahan yang terjadi pada sudu penggeraknya yaitu udara yang terperangkap pada hasil cetakan (sudu) yang dapat menyebabkan kerusakan saat turbin beroperasi.

Berdasarkan uraian diatas maka penulis bermaksud mengangkat masalah ini sebagai tugas sarjana dengan judul “Analisa Numerik Aliran Pada proses Penuangan Resin Pada Cetakan Sudu Turbin Pelton Menggunakan *software solidworks*”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah ditulis diatas maka penulis membuat rumusan masalah yaitu :

- Bagaimana pola aliran pada penuangan resin dengan cetakan sudu turbin pelton dengan menggunakan *software solidworks*.

## 1.3 Ruang lingkup

Agar penyelesaian masalah lebih mudah perlu ada batasan agar lebih efisien dan efektif untuk memisahkan suatu aspek tertentu maka penulis menulis batasan pada judul analisa numerik aliran pada proses penuangan resin pada cetakan sudu turbin pelton yaitu sebagai berikut:

- Analisa aliran menggunakan *software solidworks*
- Fluida yang digunakan kedalam cetakan adalah resin (*polietylene*)
- Ruang cetakan berbentuk sudu turbin pelton.

## 1.4 Tujuan

Tujuan dalam penulisan tugas akhir ini meliputi tujuan umum dan tujuan khusus :

### a Tujuan umum :

- Untuk mengetahui jenis aliran pada proses penuangan resin pada cetakan sudu turbin pelton menggunakan *software solidworks*.

b Tujuan khusus :

- Untuk mengetahui pola aliran yang terjadi pada cetakan sudu turbin pelton yang dilihat dengan perbandingan *velocity* dengan *pressure drop* menggunakan *software solidworks*.
- Untuk mengetahui pola aliran yang terjadi pada cetakan sudu turbin pelton yang dilihat dengan perbandingan *pressure drop* dengan *velocity* yang masuk melalui sumbu vertikal menggunakan *software solidworks*.

### 1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari judul skripsi ini yaitu memberi informasi atau data grafis mengenai aliran fluida yang mengalir pada cetakan berbentuk sudu turbin pelton sehingga pada bagian tertentu dapat dilihat bagian mana yang mengalami turbulen sehingga dapat diantisipasi kegagalan pada saat pencetakan.



## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Turbin Pelton

#### 2.1.1 Pengertian turbin

Turbin adalah mesin berputar yang mengambil energi dari aliran fluida menjadi energi gerak yang bermanfaat, Turbin sederhana memiliki satu bagian yang bergerak, "*assembly rotor-blade*". Fluida yang bergerak menjadikan baling-baling berputar dan menghasilkan energi untuk menggerakkan rotor. Turbin berfungsi untuk mengubah energi potensial menjadi energi mekanik. Gaya air jatuh yang mendorong baling-baling (sudu) menyebabkan turbin berputar, Macam-macam turbin dapat dikategorikan berdasarkan tipe energi yang digunakan untuk menghasilkan daya gerak atau energi. Berbeda dengan jenis genset yang beredar di pasaran yang tidak bisa memanfaatkan tenaga alam untuk menghasilkan listrik. Sesuai dengan energi yang terdapat di bumi yang dapat digunakan ada 4 jenis turbin :

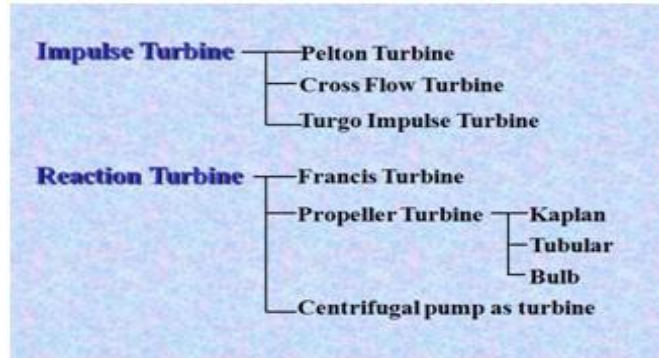
- a. Turbin Uap
- b. Turbin Air
- c. Turbin gas
- d. Turbin Angin

Dari jenis turbin yang terdapat pada gambar 2.1 dapat dilihat bahwa jenis turbin sangat dengan mudah dilihat perbedaannya yang mencolok dalam bentuk fisiknya.



Gambar 2.1 jenis turbin

turbin pelton adalah mesin pembangkit listrik yang menitik beratkan pada impuls air dengan sudu pada tekanan atmosfer. Turbin pelton termasuk kedalam bagian turbin impuls seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.2 klasifikasi turbin, berdasarkan head dan jumlah air yang tersedia turbin pelton memiliki tinggi lebih dari 200 meter



Gambar 2.2 klasifikasi turbin

### 2.1.2 Komponen Utama Turbin Pelton

Sebuah Turbin Pelton lengkap yang digunakan sebagai pembangkit listrik tenaga air memiliki komponen utama dan komponen tambahan yang mendukung fungsi kerja turbin pelton. Pada dasarnya turbin pelton terdiri atas runner, nozzle dan rumah turbin.

#### a. *Runner*

*Runner* turbin Pelton seperti Gambar 2.3 terdiri atas cakera dan beberapa sudu yang terpasang disekelilingnya. Sudu dipasang dengan pengunci baut ataupun dapat di las senyawa dengan cakera. Cakera dipasang ke poros dengan sambungan pasak atau dengan pengunci baut. Besarnya head jatuh air yang dirancang menentukan ukuran besarnya diameter runner yang digunakan, semakin tinggi ataupun besar head jatuh air maka ukuran runner akan lebih baik jika semakin besar. Pemilihan diameter runner tergantung kepada kecepatan spesifik yang telah dirancang untuk turbin. Untuk turbin dengan pemilihan kecepatan putar yang tinggi maka akan di dapat ukuran roda turbin yang kecil, momen yang kecil, dan poros yang kecil. (Fritz Dietzel, 1988 : 30)



Gambar 2.3 *Runner* Turbin Pelton

Kecepatan keliling runner suatu turbin dapat di hitung menggunakan rumus :

$$v = 0,44(\sqrt{2.g.H}) \quad (1)$$

Diameter lingkaran tusuk dapat di hitung dengan persamaan :

$$D_t = \frac{60.v}{\pi.n} \quad (2)$$

Untuk mencari diameter luar runner digunakan persamaan :

$$D_0 = D_t + 1,2.L_s \quad (3)$$

b. Sudu (Bucket)

Sudu turbin pelton Seperti Gambar 2.4 berbentuk seperti mangkuk dengan bagian dalam yang melengkung ke arah dalam dan bagian atasnya berbentuk runcing. Pemanfaatan tinggi air jatuh (head) memiliki hubungan yang erat dengan bentuk sudu turbin. Untuk head jatuh air yang tinggi kelengkungan sudu akan lebih tajam semakin tinggi head jatuh air bentuk sudu akan semakin melengkung kedalam. Untuk tinggi air jatuh yang rendah kelengkungan sudu tidak terlalu melengkung. Pembuatan sudu dari belahan pipa atau konstruksi las dengan bahan plat baja sama sekali tidak dianjurkan karena kekokohnya kurang dan efisiensinya rendah. Sudu bisa dibuat dari beragam bahan.



Gambar 2.4 Sudu (Bucket)

Untuk menentukan jumlah bucket optimal digunakan persamaan berikut :

$$Z = 5,4 \sqrt{\frac{D_t}{d_n}} \quad (4)$$

c. *Nozzle*

*Nozzle* seperti Gambar 2.5 merupakan bagian dari turbin, didalam *nozzle* tekanan air dirubah menjadi kecepatan. *Nozzle* terdiri atas bagian selubung serupa hidung yang dipasang pada belokan pipa, dan jarum *nozzle* yang bisa digerakkan didalam belokan pipa. Kerucut jarum dan selubung, yang cepat aus, dibuat dari bahan bermutu tinggi serta mudah untuk diganti. Diameter *nozzle* suatu turbin juga disesuaikan dengan tinggi jatuh air (head) dan kapasitas air yang masuk, untuk turbin dengan tinggi jatuh yang besar dan daya yang besar sistem penyemprotan airnya dibagi lewat beberapa *nozzle*. (Fritz Dietzel, 1988 : 28)



Gambar 2.5 *Nozzle*

Untuk menentukan diameter pancaran air atau *nozzle* maksimum digunakan persamaan :

$$d_n = 0,52 \sqrt{\frac{Q}{H}} \quad (5)$$

seperti Gambar 2.6 berfungsi sebagai tempat pemasangan *nozzle* dan sekaligus sebagai pelindung turbin terhadap aktivitas kimia dan fisik di sekitarnya, suatu sistem turbin yang dibangun di daerah pegunungan dengan tanpa menggunakan rumah turbin cenderung lebih mudah mengalami korosi pada bagian poros dan bearing suatu turbin, intensitas cahaya matahari mempercepat laju reaksi oksidasi pada bagian-bagian turbin yang berbahan besi ataupun baja. Hal ini akan memperpendek usia pemakaian suatu turbin.



Gambar 2.6 Rumah Turbin

## 2.2 Fluida

Fluida adalah zat yang dapat mengalir dan ketika ditekan memberikan sedikit hambatan terhadap perubahan bentuk. defenisi yang lebih tepat untuk membedakan zat padat dengan fluida. Zat padat dianggap sebagai bahan yang menunjukkan reaksi deformasi yang terbatas ketika menerima atau mengalami suatu gaya geser (*shear*), sedangkan fluida memperlihatkan fenomena sebagai zat yang terus menerus berubah bentuk apabila mengalami tegangan geser .

### 2.2.1 Kerapatan (*density*)

Kerapatan (*density*) adalah merupakan jumlah atau kuantitas dari suatu zat. Nilai kerapatan (*density*) dapat dipengaruhi oleh temperatur, semakin tinggi temperatur maka kerapatan suatu fluida semakin berkurang karena disebabkan

gaya kohesi dari molekul-molekul fluida semakin berkurang. Kerapatan (*density*) dapat dinyatakan dalam tiga bentuk :

Massa jenis (*mass density*) satuan dalam SI adalah  $\text{Kg/m}^3$ . *Mass density* adalah ukuran untuk konsentrasi zat tersebut. Sifat ini ditentukan dengan cara menghitung ratio massa zat yang terkandung suatu bagian tertentu terhadap volume bagian tersebut. Hubungannya dapat dinyatakan sebagai :

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (6)$$

#### 2.2.2 Berat spesifik / berat jenis (*specific weight*)

dengan simbol adalah massa jenis dari suatu zat cair yang dipengaruhi gaya tarik bumi atau gravitasi, satuan dalam SI adalah  $\text{N/m}^3$ . Jadi hubungannya dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\gamma = \rho \cdot g \quad (7)$$

#### 2.2.3 Spesifik grafitasi (SG)

Spesifik grafitasi adalah perbandingan antara kerapatan suatu zat dengan kerapatan air. Spesifik grafitasi tidak mempunyai satuan

$$SG = \frac{\rho}{\rho_w} \quad (8)$$

#### 2.2.4 Laju Aliran Massa

Laju aliran massa fluida yang mengalir dapat diketahui dengan menggunakan persamaan dibawah ini :

$$\dot{m} = \rho \cdot v \cdot A \quad (9)$$

atau ;

$$\dot{m} = \frac{v \cdot A}{v} \quad (10)$$

#### 2.2.5 Viskositas

Viskositas adalah ukuran ketahanan sebuah fluida terhadap deformasi atau perubahan-perubahan bentuk. Viskositas dipegaruhi oleh tempetatur, tekanan kohesi dan laju perpindahan momentum molekulnya. Viskositas zat cair cenderung menurun dengan seiring bertambahnya kenaikan temperatur, hal ini disebabkan gaya-gaya kohesi pada zat cair yang menyebabka turunya viskositas dari zat cair tersebut. Viskositas dibagi menjadi dua macam yaitu:

1. Viskositas dinamik atau viskositas mutlak atau (*absolute viscosity*), viskositas dinamik adalah sifat fluida yang menghubungkan tegangan geser dengan gerakan fluida. Viskositas dinamik tampaknya sama dengan *ratio* tegangan geser terhadap gradien kecepatan sehingga karena itu dimensinya adalah gaya kali waktu persatuan luas atau massa persatuan panjang waktu.

$$\gamma = \frac{\tau}{du/dv} \quad (11)$$

2. Viskositas kinematik adalah perbandingan antara viskositas dinamik dengan kerapatan fluida dengan persamaan :

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad (12)$$

perlu diketahui viskositas atau kekentalan cuma ada pada fluida riil. Fluida riil adalah fluida yang kita ketemui dalam kehidupan sehari-hari, seperti air, oli, sirup, dan lain-lain. Fluida ini sebenarnya berbeda dengan fluida ideal. Fluida ideal sebenarnya tidak ada didalam kehidupan sehari-hari. Fluida ideal hanya model yang digunakan untuk membantu kita dalam menganalisis aliran fluida.

### 2.3 Debit Aliran

Debit aliran adalah volume aliran yang dikeluarkan tiap detiknya. Debit aliran dipergunakan untuk menghitung kecepatan aliran pada prose penuangan.

$$Q = \frac{V}{t} \quad (13)$$

dari persamaan kontinuitas didapat

$$Q = V.A \quad (14)$$

### 2.4 Aliran Fluida

Aliran fluida atau zat cair (gas, cair) dibedakan dari benda padat karena kemampuannya untuk mengalir karena fase gas dan cair tidak mampu mempertahankan suatu bentuk yang tetap, keduanya mempunyai kemampuan untuk mengalir.

#### 2.4.1 Klasifikasi Aliran

Banyak kriteria yang dapat digunakan untuk mengklasifikasikan fluida sebagai contoh aliran dapat digolongkan sebagai aliran *steady* dan *unsteady*, satu,

dua, atau tiga dimensi, seragam, atau tidak seragam, laminar, atau turbulen dan dapat mampat atau tidak dapat mampat. Selain itu, aliran gas ada yang subsonik, transnik, supersonik atau hipersonik, sedangkan zat cair yang mengalir disalurkan terbuka ada yang sub kritis, kritis, super kritis.

Namun secara garis besar dapat dibedakan atau dikelompokkan jenis aliran adalah sebagai berikut:

1. Aliran tunak (*steady*)

Aliran tunak (*steady*) adalah suatu aliran dimana kecepatannya tidak tergantung oleh perubahan waktu sehingga kecepatan konstan pada setiap titik (tidak mempunyai percepatan)

2. Aliran seragam (*uniform*)

Suatu aliran yang tidak terjadi perubahan baik besar maupun arah, dengan kata lain tidak terjadi perubahan kecepatan dan penampang lintasan aliran.

3. Aliran tidak tunak (*unsteady*)

Suatu aliran dimana terjadi perubahan kecepatan terhadap waktu.

4. Aliran tak seragam (*non uniform*)

Suatu aliran yang dalam kondisi berubah baik kecepatan maupun penampang berubah.

#### 2.4.2 Tipe-Tipe Aliran

1. Aliran laminar

Aliran laminar didefinisikan sebagai aliran dengan fluida yang bergerak dalam lapisan-lapisan dengan satu lapisan meluncur secara lancar. Dalam aliran laminar ini viskositas berfungsi untuk meredam kecenderungan terjadinya gerakan relatif antara lapisan, sehingga aliran laminar memenuhi pasti hukum viskositas newton yaitu

$$\tau = \mu \frac{du}{dy} \quad (15)$$

Aliran laminar mempunyai nilai bilangan *reynold* kurang dari 2300.

Jenis aliran laminar dapat dilihat seperti gambar dibawah ini:





Gambar 2.7 Aliran laminar

2. Aliran transisi

Merupakan aliran peralihan dari aliran laminar ke aliran turbulen. Ketika kecepatan aliran itu bertambah atau viskositasnya berkurang (dapat disebabkan temperatur meningkat) maka gangguan-gangguan akan terus teramati dan semakin membesar serta kuat yang akhirnya suatu keadaan peralihan tercapai. Keadaan peralihan ini tergantung pada viskositas fluida, kecepatan dan lain-lain yang menyangkut geometri aliran dimana nilai bilangan *reynoldnya* antara 2300 sampai dengan 4000. Jenis aliran transisi dapat dilihat seperti gambar dibawah ini



Gambar 2.8 Aliran transisi

3. Aliran Turbulen

Aliran turbulen didefinisikan sebagai aliran yang dimana pergerakan dari partikel-partikel fluida sangat tidak menentu karena mengalami percampuran serta putaran partikel antar lapisan, yang mengakibatkan saling tukar momentum dari satu bagian fluida yang lain dalam skala yang besar dimana nilai biangan *reynoldnya* lebih besari dari 4000. Dalam keadaan aliran turbulen maka turbulensi yang terjadi membangkitkan tegangan geser yang merata diseluruh fluida sehingga menghasilkan kerugian-kerugian aliran. Jenis aliran turbulen dapat dilihat seperti gambar dibawah ini



Gambar 2.9 Aliran turbulen

### 2.4.3 Pola Aliran fluida dua fasa

Pola aliran fluida adalah gambaran dari suatu aliran fluida yang membentuk suatu pola tertentu, pola aliran ini dapat digunakan sebagai parameter untuk mengetahui keadaan suatu aliran fluida.

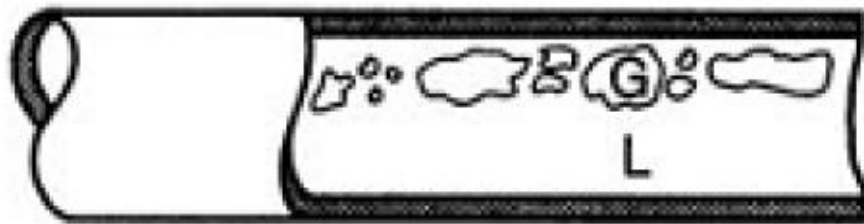
Untuk aliran dua fasa, distribusi aliran pada masing-masing fasa *liquid* dan uap menjadi aspek yang penting. Distribusi masing-masing alriannya memiliki karakteristik yang dapat dilihat pada pola aliran dua fasa.

Pola aliran fluida multifasa pada pipa horisontal cenderung memiliki karakteristik yang lebih rumit dibanding dengan pola aliran pipa verikal. Hal ini disebabkan karena adanya pengaruh gaya gravitasi yang menyebabkan fluida yang memiliki massa jenis lebih berat akan cenderung berada diposisi bagian bawah pipa dan fluida dan fluida yang meiliki massa jenis lebih ringan cenderung berada diatas.

Ada beberapa pola aliran dalam pipa horisontal, yaitu

#### 1. *bubbly flow*

Dalam aliran terdapat penyebaran gelembung gas kecil seragam dala zat cair menyeluruh. Gelebung terbentuk pada bagian aas pipa. Pola ini terjadi pada aliran fluida yang memiliki aliran masa uap tinggi.



Gambar 2.10 *bubbly flow*

#### 2. *plug flow*

Dalam aliran ini gelembung-gelembung akan berdesakan dan membentuk gelembung yang lebih besar yang membentuk mirip dengan peluru.



Gambar 2.11 *plug flow*

3. *stratified flow*

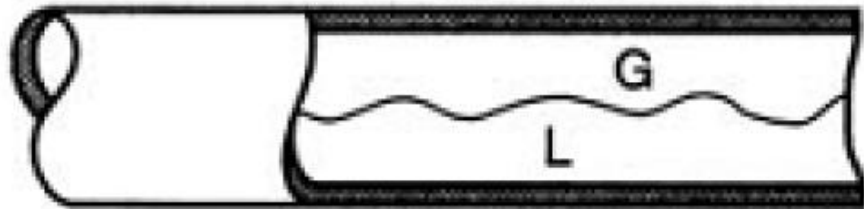
Dalam aliran ini terjadi pemisahan fasa karena perbedaan massa jenis dan gaya gravitasi, dimana fasa gas mengalir pada bagian atas dan fasa cair mengalir pada dasar pipa



Gambar 2.12 *stratified flow*

4. *wavy flow*

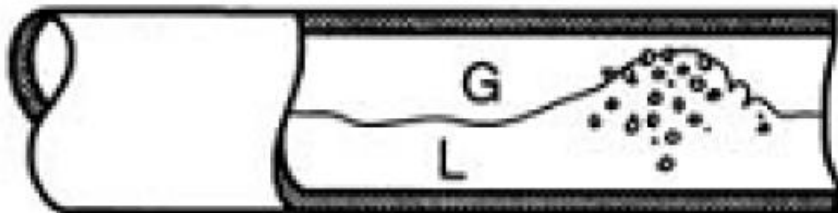
pola aliran ini terjadi karena naiknya kecepatan aliran uap yang berada dibagian atas pipa yang mengakibatkan garis batas uap-liquid terganggu dan membentuk gelombang.



Gambar 2.13 *wavy flow*

5. *slug flow*

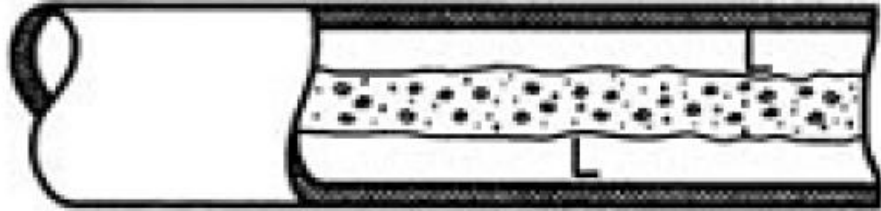
Pola ini terjadi ketika kecepatan uap terus meningkat dan mengakibatkan gelombang yang signifikan pada garis batas uap-liquid akan menempel pada bagian atas pipa dan terbentuklah busa (*fothy slug*).



Gambar 2.14 *slug flow*

## 6. *Annular flow*

Dalam aliran ini, aliran gas terdistribusi diantara lapisan cairan yang mengalir disekitar dinding pipa dimana butiran air mengalir bersama fase gas. Pada pipa horisontal tebal lapisan cairan pada dasar pipa lebih tebal dari pada bagian atas pipa, hal tersebut dikarenakan pengaruh gravitasi.



Gamabr 2.15 *Annular flow*

## 2.5 Bilangan *Reynold*

Bilangan *reynold* merupakan bilangan yang tidak berdimensi yang dapat membedakan suatu aliran dinamakan laminar, transisi atau turbulen. Dalam memperhatikan dua situasi aliran yang serupa secara geometrik, *reynold* menyimpulkan bahwa aliran-aliran tersebut akan serupa secara dinamik jika persamaan-persamaan diferensial umum yang menggambarkan aliran-aliran tersebut identik, bentuk persamaan tersebut sebagai berikut:

$$Re = \frac{vD\rho}{\mu} \quad (16)$$

Dengan

$$v = \frac{\mu}{\rho} \quad (17)$$

Maka disubsitusi  $v$  ke  $Re$

$$Re = \frac{VD}{\nu} \quad (18)$$

Pada fluida air suatu aliran diasumsikan laminar bila aliran tersebut mempunyai bilangan *reynold* ( $Re$ ) kurang dair 2300, untuk aliran transisi berada pada bilangan *reynold* ( $Re$ )  $2300 < 4000$ . Sedangkan unntuk aliran turbulen mempunyai bilangan *Reynold* ( $Re$ ) lebih dari 4000.

## 2.6 Resin

Resin/Matriks adalah eksudat (getah) yang dikeluarkan oleh banyak jenis tetumbuhan, terutama oleh jenis jenis pohon runjung.(konifer). Getah ini biasanya

membeku, lambat mengalir (kental), transparan. Resin dipakai orang pada umumnya sebagai bahan pernis, perekat, pelapis makanan (agar menkilat), bahan campuran dupa dan parfum serta sebagai sumber bahan mentah bagi bahan-bahan organik olahan.

### 2.6.1 Sifat resin

A. Secara umum sifat resin yang dijelaskan pada keterangan diatas dapat diketahui sebagai berikut :

1. Keras (setelah mengering)
2. Transparan
3. Plastis
4. leleh

Resin termasuk epoxy, yaitu suatu kopolimer, terbentuk dari dua bahan kimia resin terdiri dari monomer atau polimer rantai pendek dengan kelompok epoksida di kedua ujung gambar resin dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 2.16 resin getah pohon

Nilai viskositas dari fluida resin yang ditulis oleh (*N.kiuna et al./ composite: part A 33(2002) 1497-1503*)

Tabel 2.1 *properties resin*

<i>Physical data</i>	LY505H Y	LY564H Y	RTM6	PR500	411- C50
Mix	100:38	100:35	One part	One part	One

<i>ratio by weight</i>	<i>part</i>				
<i>Viscosity (mPa)at25C</i>	600-700	1000-1400	200	400	350
<i>Gel time (min)</i>	2-3 9(120°C)	16- 18(100°C)	30(180°C )	13(200°C )	15(30°C )

Tabel diatas menunjukkan type dan propertis viskositas resin (*N kiuna etal/composite:part A 33(2002) 1497-1503*) yang salah satunya akan dipakai dalam pengujian aliran pada penyelesaian tugas akhir ini.

## 2.7 Polymer

*Polymer* adalah molekul raksasa yang tersusun dari satuan-satuan kimia sederhana yang disebut *monomer*. Misalnya *etilena, propilena, isobutena, dan butadiena*.(merupakan produk samping pembuatan bensin serta pelumas).

Bahan *polymer* secara umum terdiri dari tiga macam yaitu *thermosets, thermoplastic* dan *rubber* (karet).

### 2.7.1 Thermosets

*Tehrmoset* adalah salah satu jenis plastik yang sering digunakan dalam pembuatan komposit dengan penguat serat atau serbuk. Beberapa kelebihan penggunaan *thermosets* sebagai matriks adalah

1. Mengikat serat dengan mudah dan baik.
2. Memiliki viskositas yang rendah.
3. Memiliki kelengketan yang baik dengan bahan penguat.
4. Kekakuan yang baik.
5. Stabilitas dimensi yang baik.
6. Ringan
7. Tahan korosi

Macam-macam dari matriks/resin jenis *thermosets* antara lain:

#### a. Resin *phenol*

Resin *phenol* adalah jenis *thermosets* pertama yang palig banyak digunakan dalam dunia industri. Memiliki sifat mudah dibentuk dan menguntungkan dalam kestabilan dimensi, kurang penyusutannya dan kurang keretakannya, unggul dalam isolasi listrik dan ketahanan asam. Banyak digunakan untuk komponen dalam bidang listrik dan kounikasi.

#### b. Resin *Urea Formaldehyde (UF)*

Resin jenis ini adalah resin *thermosets* yang didapat lewat reaksi *urea* dan formalin, dimana *urea* dan *Formaldehyde* (37% formalin) bereaksi dalam alkali netral dan lunak.

c. Resin *melamine Formaldehyde* (MF)

Resin ini lebih unggul dalam berbagai sifat dari pada resin *urea*. Barang-barang cetakan dari resin *melamine formaldehyde* dapat diwarnai secara bebas karena resin ini unggul terhadap ketahanan air (khusus terhadap air mendidih), ketahanan panas, ketahanan terhadap isolasi listrik, dan ketahanan busur listrik. Resin ini kegunaannya luas, penggunaan utamanya adalah : alat-alat makan, bagian komponen listrik dan mekanik.

d. Resin *polyester*

Resin ini merupakan resin cair dengan viskositas relatif rendah, mengeras pada suhu kamar dengan penggunaan katalis tanpa menghasilkan gas sewaktu pengesetan seperti resin *thermosets* lainnya, sehingga tidak perlu diberi tekanan untuk pencetakan.

e. Resin *Epoxy*

Resin ini mempunyai kegunaan yang luas dalam industri teknik kimia, listrik, mekanik, dan sipil sebagai perekat, cat pelapis, pencetakan cor, dan benda-benda cetakan. Sifat-sifat nya yang tahan terhadap zat kimia dan stabil terhadap banyak asam, kecuali zat asam pengoksidasi yang kuat, ketahanan termal yang tinggi, dan mudah dibentuk tanpa dipanaskan terlebih dahulu.

f. Resin *poly urethen* (PU)

Resin *poly urethen* (PU) terutama dihasilkan oleh reaksi diisosiyanat dan senyawa polihidroksi (disebut polioliol, karena mempunyai lebih dari dua gugus OH akhir). Resin jenis ini kuat, baik dalam ketahanan abrasi, ketahanan minyak dan ketahanan pelarut. Oleh karena itu resin jenis ini banyak digunakan secara luas untuk plastik busa, bahan elastis, cat, perekat, serat elastis, kulit sintetis, dan sebagainya.

g. Resin *silicone*

Resin jenis ini banyak digunakan dalam bentuk pernis sebagai larutan dalam pelarut organik. Resin ini unggul dalam sifat isolasi listrik, dan sifat penggunaan bertahan pada 200°C.

### 2.7.2 *Thermoplastics*

Resin merupakan jenis resin yang memerlukan pemanasan pada proses pembentukannya. *Thermoplastics* digunakan secara luas sebagai bahan dasar penguat pada plastik. Resin ini mempunyai ikatan linear antara *monomer-monomer* penyusunnya, sehingga kestabilan struktur kimianya relatif rendah. Reaksi kimia pada *thermoplastics resin* bersifat *reversible* memungkinkan suatu komponen untuk dibentuk kembali. Sifat-sifat *thermoplastics* adalah densitas antara 1,06 sampai 1,42 kg/m<sup>3</sup>. Selain itu *thermoplastics* mempunyai sifat isolator yang baik, mempunyai ketahanan sampai temperatur 260°C, mudah dibentuk, dan tahan terhadap korosi yang sangat baik. Macam-macam dari plastik jenis *thermoplastics* adalah sebagai berikut :

Resin *Polyethylene* (PE)

Resin *Polypropylene* (PP)

Resin *Polystyrene* (PS)

Resin *Polymethyl Methacrylate* (PMMA)

Resin *Polyvinyl chloride* (PVC)

Resin *Polyvinyl Asetat*, *Polyvinyl alkohol*, dan *Polyvinyl acetal*.

## 2.8 Komputasi Dinamika Fluida

Komputasi Dinamika Fluida atau *Computation fluid Dynamics(CFD)* adalah ilmu yang mempelajari cara memprediksi pola aliran, perpindahan panas, reaksi kimia dan fenomena lainnya dengan menyelesaikan persamaan-persamaan matematika atau model matematika. (Agung purwana, Anita Hidayat, 2014)

Pada dasarnya *CFD* menggantikan persamaan-persamaan diferensial parsial dari kontinuitas, momentum, dan energi dengan persamaan aljabar. persamaan yang asalnya kontinum (memiliki jumlah sel tak terhingga) dirubah menjadi model diskrit(jumlah sel terhingga)

Ada tiga teknik solusi numerik (metode diskrisasi) aliran yang berbeda, yaitu *finite difference*, *finite element* dan *finite volume methods*. Beberapa metode



diskritisasi yang digunakan untuk memecahkan persamaan-persamaan diferensial parsial, diantaranya (H K Versteeg dan Malalasekera, 1995)

a. Metode Beda Hingga (*finite difference*)

Dalam metode ini area aliran dipisahkan menjadi satu set poin *grid* dan fungsi kontinu (kecepatan, tekanan, dan lainnya) didekati dengan nilai-nilai diskrit dan fungsi-fungsi ini dihitung pada titik *grid*. Turunan dari fungsi didekati dengan menggunakan perbedaan antara nilai fungsi pada titik lokal *grid* dibagi dengan jarak *grid*.

b. Metode Elemen Hingga (*finite element*)

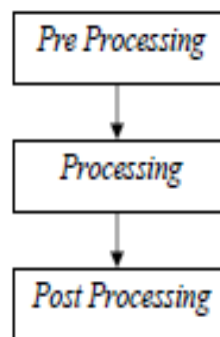
Metode ini membagi masalah besar menjadi lebih kecil dan sederhana yang disebut elemen hingga.

c. Metode Volume Hingga (*finite volume method*)

*finite volume method* adalah metode untuk mewakili dan mengevaluasi persamaan diferensial parsial dalam bentuk aljabar. Metode ini sama seperti *finite difference method* dan (*finite element method*), nilai-nilai dihitung ditempat terpisah pada geometri yang di *mesh*.

### 2.8.1 Proses CFD

Kode *CFD* disusun dengan menggunakan algoritma numerik yang dapat mengatasi masalah aliran fluida. Secara garis besar proses kerja *fluent* dapat dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu *pre processing*, *processing*, dan *post processing*.



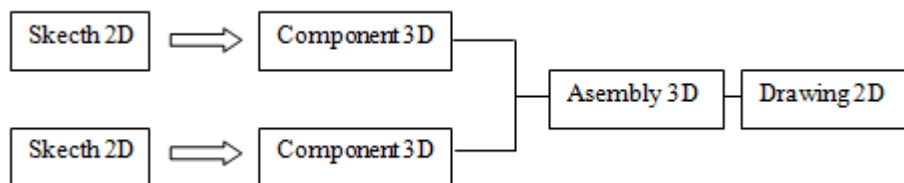
Gambar 2.17 *flowchat* proses *fluent*

### 2.9 *Solidworks*

*Solidworks* merupakan program rancang bangun yang banyak digunakan untuk mengerjakan desain produk, desain mold, desain konstruksi ataupun keperluan teknik yang lain. *Solidworks* dilengkapi dengan tools yang digunakan

untuk menghitung dan analisis hasil desain seperti tegangan, regangan, aliran fluida, pengaruh suhu, dan lain-lain. *Solidworks* adalah program pemodelan yang berbasis fitur parametrik maksudnya semua objek dan hubungan antar geometrik dapat dimodifikasi kembali meskipun geometriknya sudah jadi tanpa perlu mengulang dari awal.

Untuk membuat model 3d solid harus membuat sketchnya terlebih dahulu. Model 3D berupa bagian dari rancangan kemudian dirakit menjadi sebuah gambar rakitan dengan menu *assembly*, setelah gambar *component* atau *assembly* jadi maka dibuat gambar kerjanya menggunakan fasilitas *drawing*.



Gambar 2.18 prose menggambar *solidworks*

*Solidworks* memiliki beberapa kelebihan dan kemudahan dalam mendesain serta tampilan yang lebih menarik dan riil serta memiliki banyak *Add Ins* dari berbagai bidang pekerjaan seperti *Add Ins* untuk *sheet metal*, *Add Ons* untuk *automation*, *Add Ons* untuk proses *CNC/CAM*.

Beberapa keunggulan membuat gambar teknik menggunakan *solidworks* sebagai berikut:

1. Memiliki kemampuan *parametric solid model*
2. Dapat membantu mengurangi kesalahan dalam mendesain
3. Dapat mensimulasikan gerakan hasil desain
4. Dapat menganalisis tegangan, beban, pengaruh suhu dan sebagainya hasil desain dengan mudah tanpa menggunakan software lain.
5. Dapat membuat program untuk proses manufaktur dengan *CNC* atau robot industri dengan bantuan *software* lain seperti *mastercam*, *robotcam*, *delcam* dan lainnya.
6. Biaya produksi yang dikeluarkan lebih sedikit
7. Kapasitas file lebih sedikit

### BAB 3 METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu

##### 3.1.1 Tempat

Tempat kegiatan penyelesaian tugas akhir ini dilakukan di laboratorium Komputer Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara gedung D, Jl. Kapten Muchtar Basri No.3 Medan

##### 3.1.2 Waktu

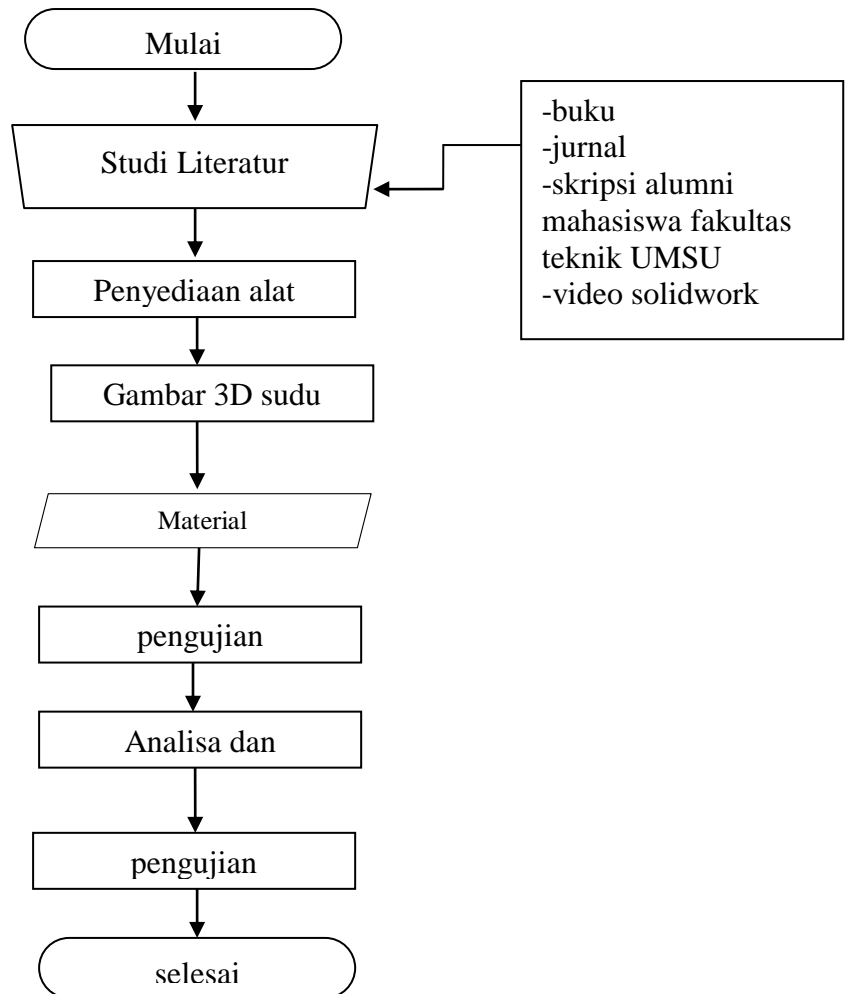
Waktu pelaksanaan penelitian dan kegiatan ujicoba dilakukan sejak bulan Juli 2018 dan direncanakan selesai bulan Februari 2019.

Tabel 3.1 Waktu pelaksanaan penelitian

No	Kegiatan	Lokasi	Bulan				Keterangan
			1	2	3	4	
	Pengajuan judul	Fakultas Teknik					
	Penyediaan alat dan bahan	Laboratorium Komputer Fakultas Teknik					
	Studi Literatur	Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara					
	Perancangan desain sudu menggunakan <i>software Solidworks</i>	Laboratorium Komputer Fakultas Teknik					
	simulasi pada desain sudu menggunakan <i>Software Solidworks</i>	Laboratorium Komputer Fakultas Teknik					
	Penyelesaian Skripsi	Laboratorium Komputer Fakultas Teknik					

### 3.2 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian menggambarkan tahap-tahap penyelesaian penelitian dari bab1 sampai dengan bab 5 dapat dilihat dibawah ini:



Gambar 3.1 *Flowchat*

### 3.3 Alat Dan Bahan

#### 3.3.1 Alat

Alat yang digunakan untuk menyelesaikan tugas akhir ini adalah:

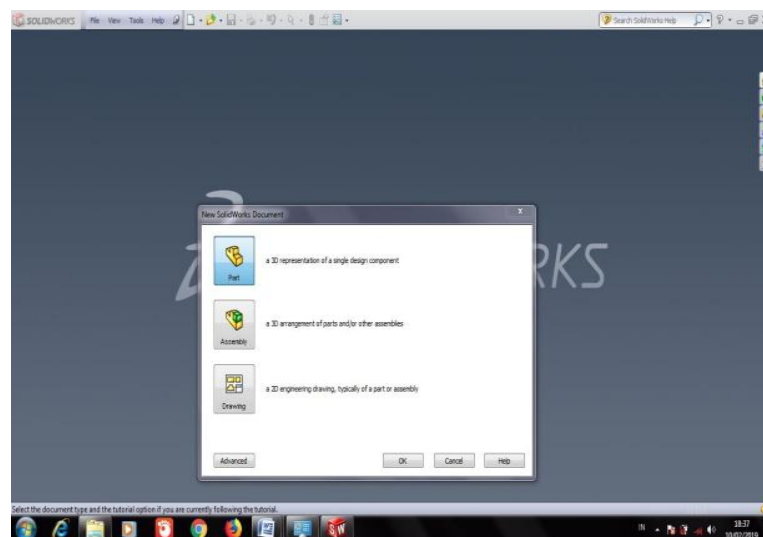
1. Komputer dengan spesifikasi
  - *Prosesor Intel(R) Xeon(R) CPU E3-1246 v3 @3.50Ghz 3.50Ghz*
  - *Installed memory (RAM): 8.00*
  - *System type 64 bit Operating System windows 7*



Gambar 3.2 komputer laboratorium komputer UMSU

## 2. Perangkat lunak *Solidworks*

Program *solidworks* sebagai alat yaitu program yang digunakan untuk membuat 3D *bucket solidwrk* dan selanjutnya unntuk di analisa aliran adalah yang sangat penting dalam penulisan tugas akhir ini.



Gambar 3.3 Perangkat Lunak *solidworks*

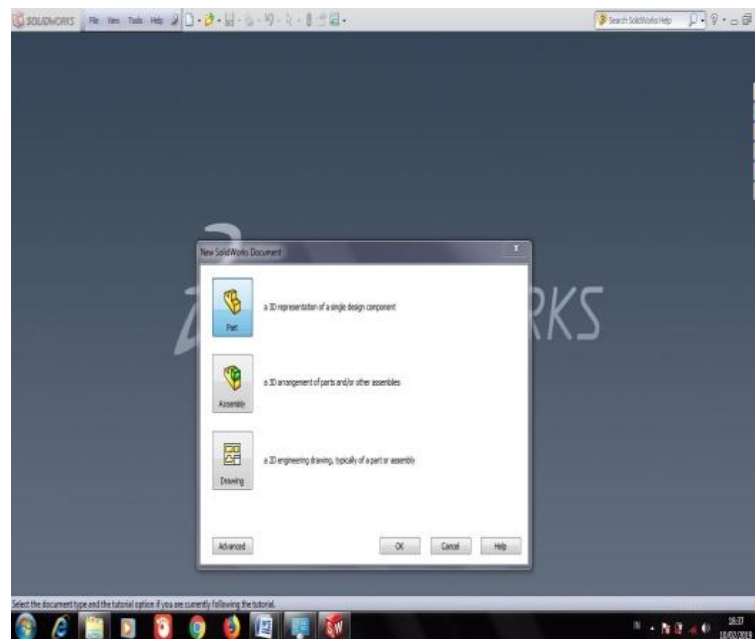
### 3.3.2 Bahan

Bahan untuk penyelesaian tugas akhir ini adalah buku, jurnal, skripsi alumni mahasiswa fakultas teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

## 3.4 Perancangan dengan *software solidworks*

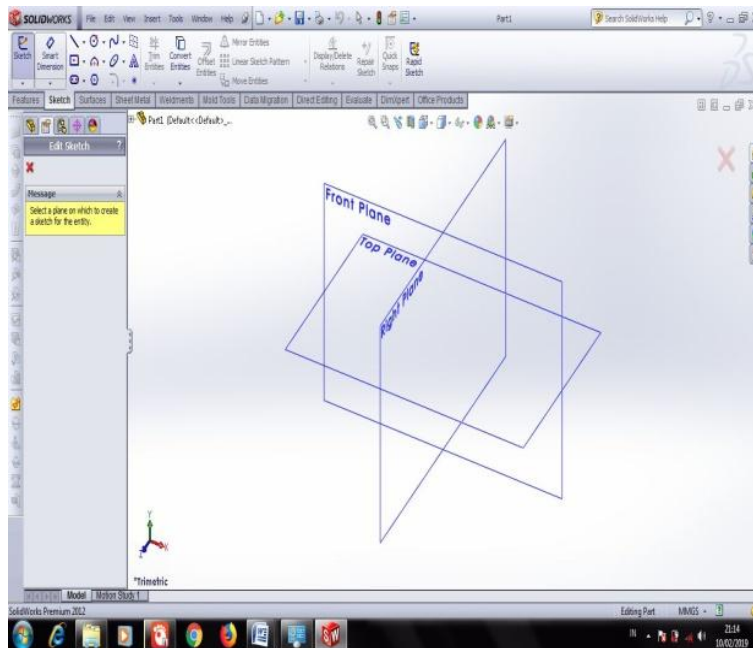
Langkah-langkah perancangan gambar 3D sudu turbin pelton yang menggunakan *software solidworks* yaitu sebagai berikut

1. Nyalakan komputer yang akan digunakan untuk merancang desain sudu turbin pelton yang akan dibuat dalam hal ini menggunakan komputer laboratorium komputer fakultas teknik universitas muhammadiyah sumatera utara
2. *Open software solidworks* pada komputer
3. Pilih “ New Document” pada sudut kanan atas tampilan *software solidworks* kemudian pilih “part” dan pilih “OK”, maka akan terlihat tampilan seperti dibawah ini



Gambar 3.4 Tampilan awal *solidworks*

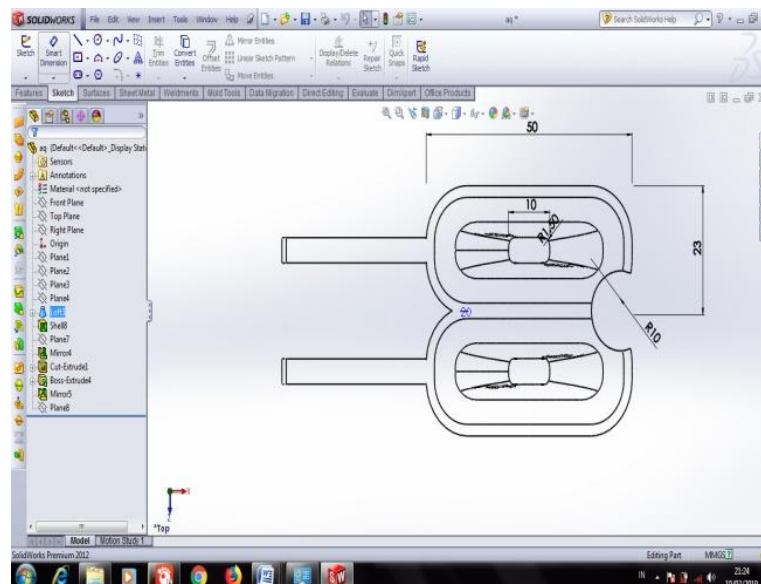
4. Pilih “insert” pada menu bar kemudian pilih “sketch” dan kemudian pilih bagian “Top plane”. Pada bagian plane harus mengetahui pandangan atas(top), depan(front), right(samping) pada waktu menggambar suatu bagian bahann



Gambar 3.5 plane perancangan

5. Desain *buket* /sudu turbin peton

Bucket pada turbin merupakan komponen yang akan mengalami gaya impuls karena posisi yang tepat dihadapan nozel tempat keluarnya air yang jatuh dari ketinggian



Gambar3.6 Dimensi sudu

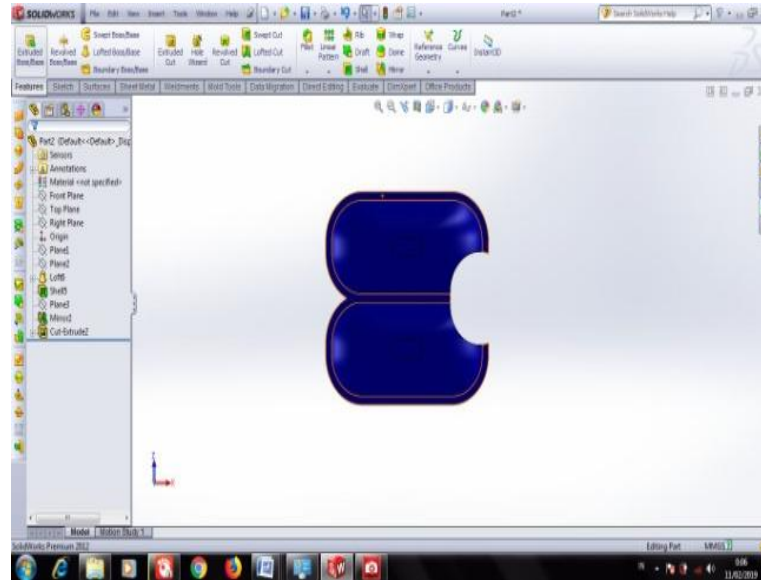
- Panjang keseluruhan : 85 mm
- Panjang sudu :50 mm
- Lebar sudu : 23 mm

Tebal sudu : 5 mm

Tinggi sudu : 20 mm

#### 6. Bagian utama *bucket*

Bagian ini adalah bagian yang mengalami impuls dan berhadapan dengan nozel keluarnya air.



Gambar 3.7 bagian utama *bucket*

#### 7. kaki sudu

Kaki *bucket* di gambar dengan cara pilih plane front, skect, gmabar ukuran, klik bos extrut,mid, ok, kaki bucket berfungsi sebagai penghubung dari bagian utama bucket dengan poros utama turbin dengan ukuran kaki *bucket*: gambar kaki sudu dapat dilihat seperti gambar dibawah ini

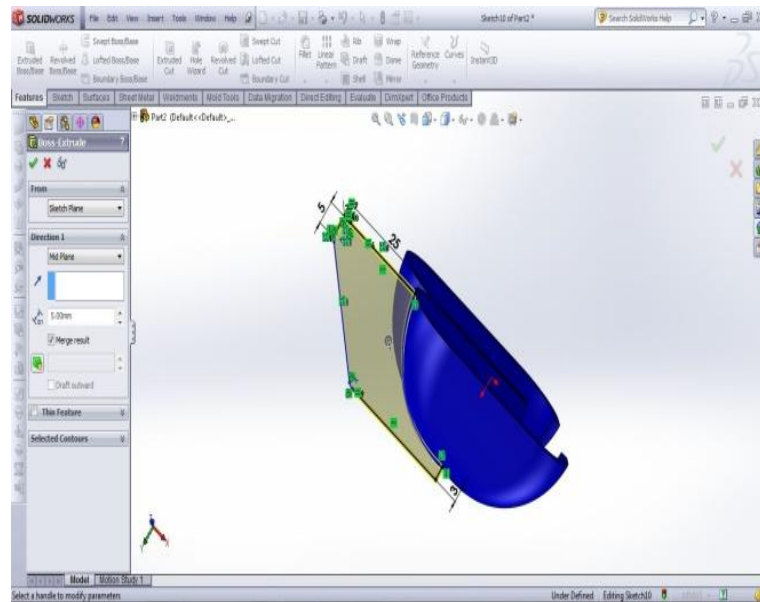
dimensi kaki sudu adalah sebagai berikut:

tebal : 5 mm

fillet :2 mm

panjang : 35 mm

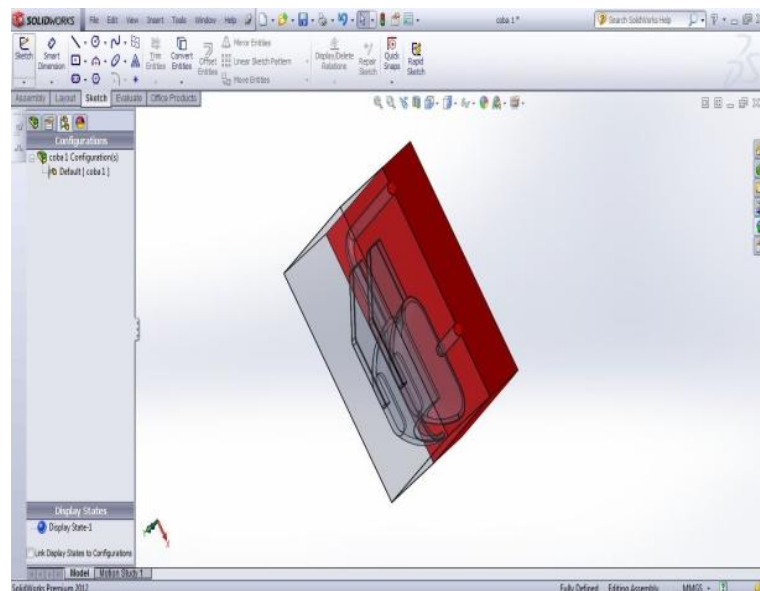




Gambar 3.8 kaki sudu

#### 8. Membuat cetakan (*mold*)

*Mold* yang dibuat merupakan sudu turbin pelton seperti gambar diatas yaitu dengan langkah awal klik “make assembly from part”, “Top plane”, masukkan dimensi cetakan, “OK”.

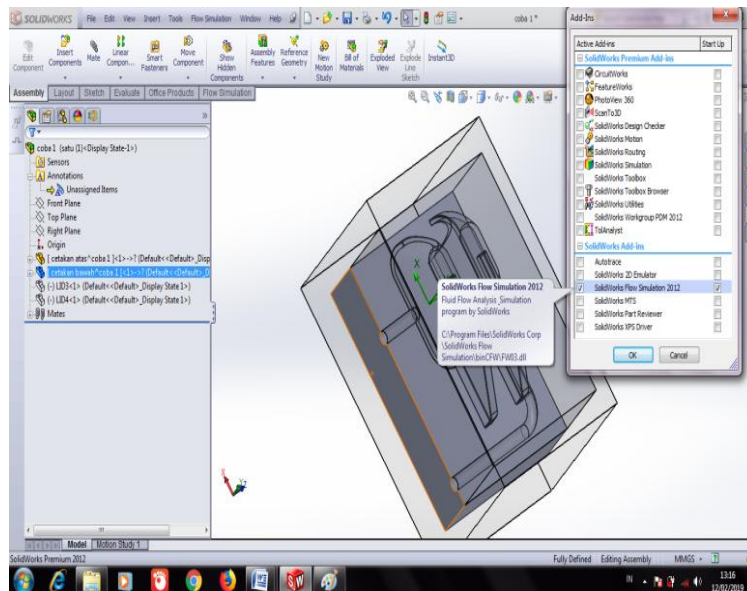


Gambar 3.9 cetakan sudu pelton

#### 3.4 Simulasi aliran.

Simulasi aliran merupakan proses dimana aliran akan di uji menggunakan komputasi, simulasi dapat dimulai dengan cara sebagai berikut :

1. Klic Add ins pada bagian taskbar, kemudian *flow somulation*



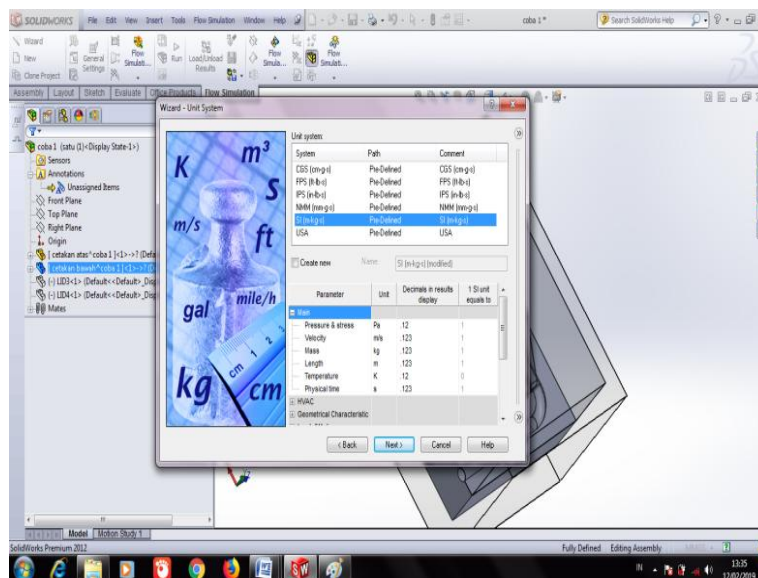
Gambar 3.10 flow simulation

2. Pilih wizard

*Project configuration* memberi nama pada proyek kerja

3. Unit system

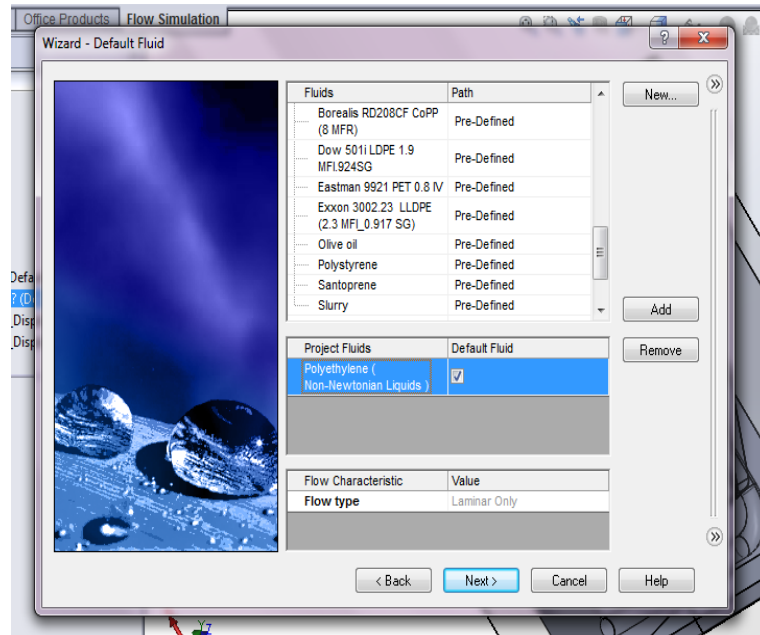
Memilih satuan pada simulasi aliran. Yaitu *system international* yang banyak digunakan dalam perhitungan yang menggunakan satuan dalam fisika.



Gambar 3.11 unit system

#### 4. *Default Fluid*

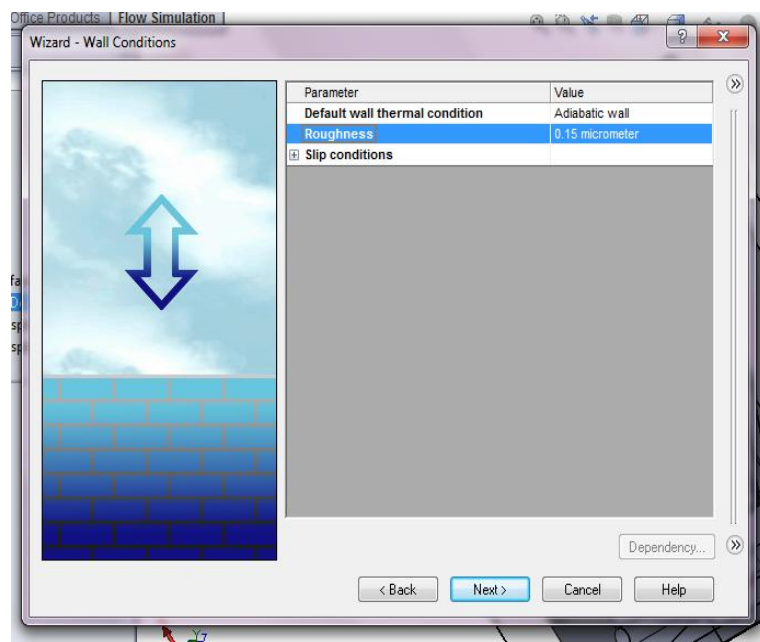
Adalah perintah untuk memasukkan fluida yang akan kita masukkan kedalam cetakan yaitu *polyethylene* atau resin



Gambar 3.12 *default fluid*

#### 5. *Wall condition*

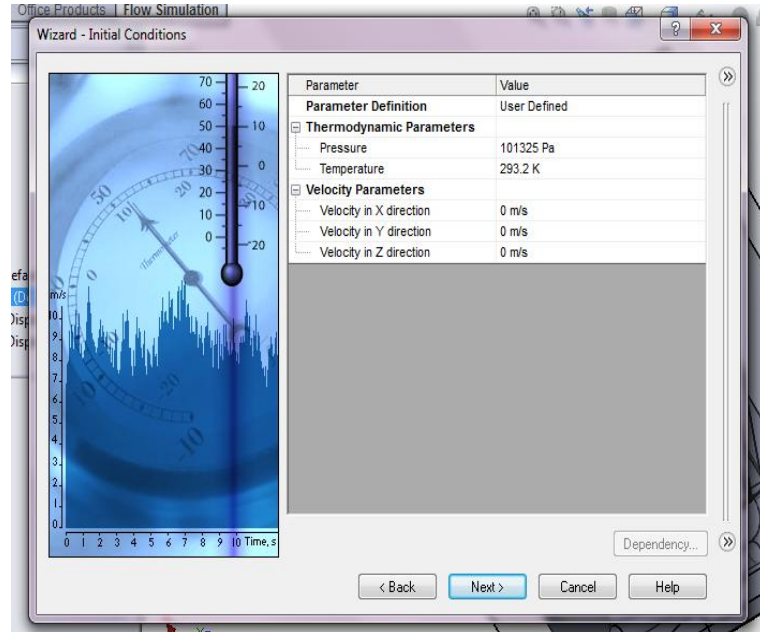
Instruksi untuk memasukkan nilai kekasaran permukaan dinding, suhu dinding yaitu 0.15 micrometer



Gambar 3.13 *Wall condition*

## 6. Initial conditions

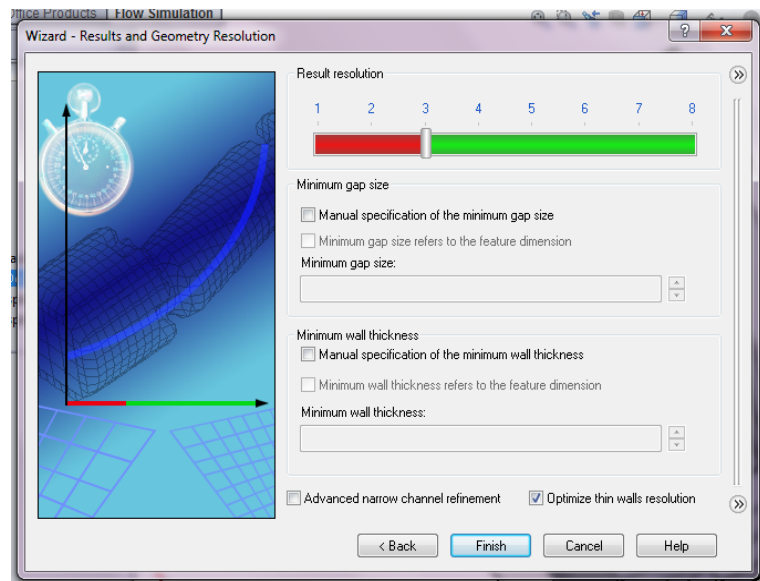
Instruksi untuk memasukkan nilai keterangan temperatur lingkungan pada saat pengujian yaitu 300 K.



Gambar 3.14 Initial conditions

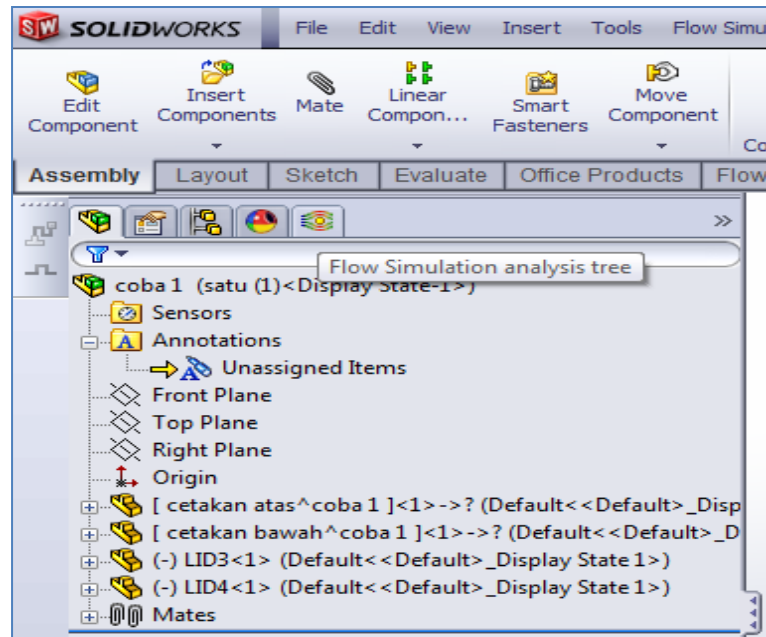
## 7. Result and Geometry resolution

Adalah tampilan akurasi pada hasil simulasi yang akan dilakukan dipilih 5 setelah itu klik *finish*, maka dengan itu selesai memasukkan keterangan dan nilai pada pengujian *flow simulation*



Gambar 3.15 Result and Geometry resolution

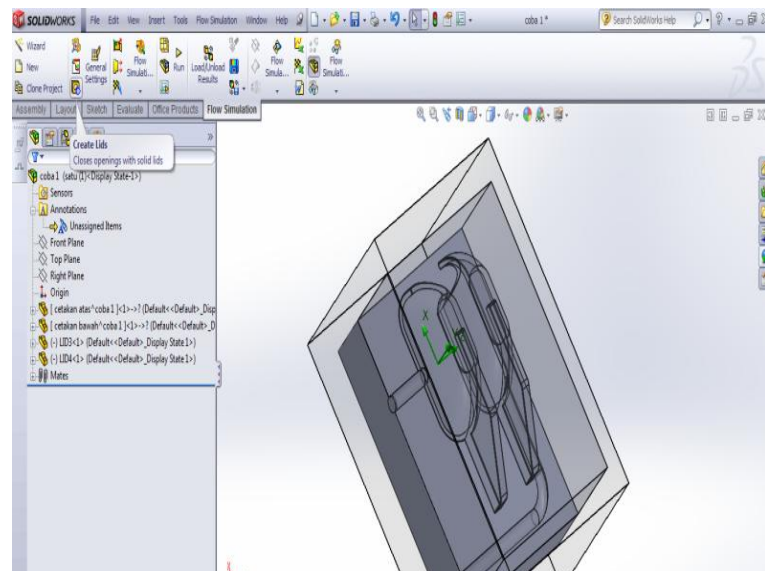
## 8. Tampilan *flow simulation analysis*



Gambar 3.16 *flow simulation analysis*

## 9. *Creat lid*

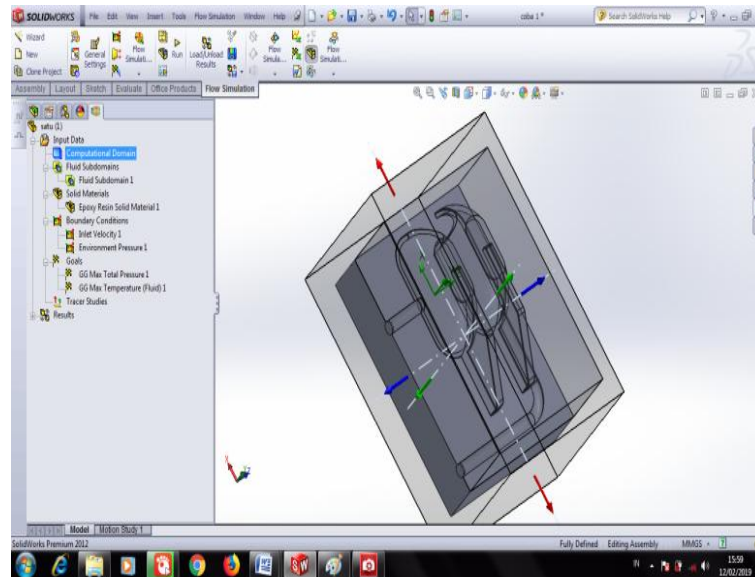
Tools yang menginstruksi untuk menentukan saluran masuk dan saluran keluar.



Gambar 3.17 *Creat lid*

## 10. *Computational domain*

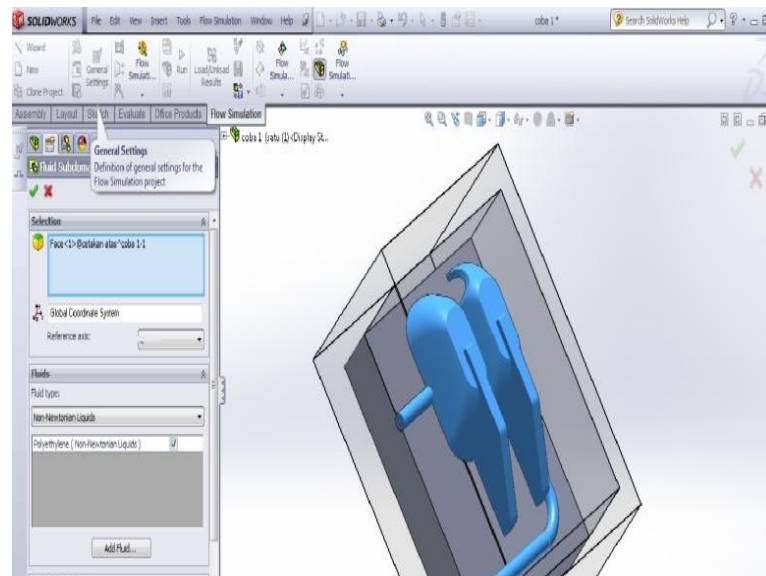
Instruksi untuk analisa daerah yang akan dilakukan simulasi harus lebih dari luas cetakan.



Gambar 3.18 *Computational domain*

#### 11. *Fluid subdomain*

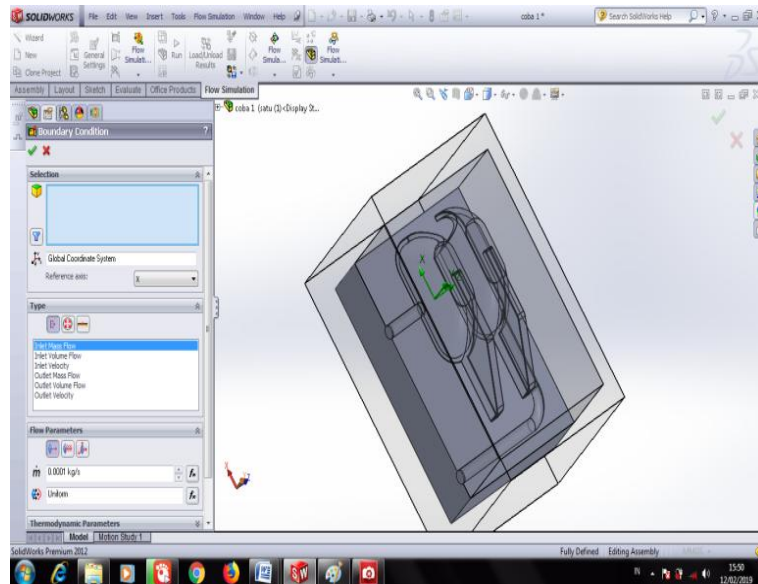
Menunjukkan daerah yang dialiri oleh fluida dalam cetakan yang ditunjukkan dengan warna biru.



Gambar 3.19 *Fluid subdomain*

#### 12. *boundary condition*

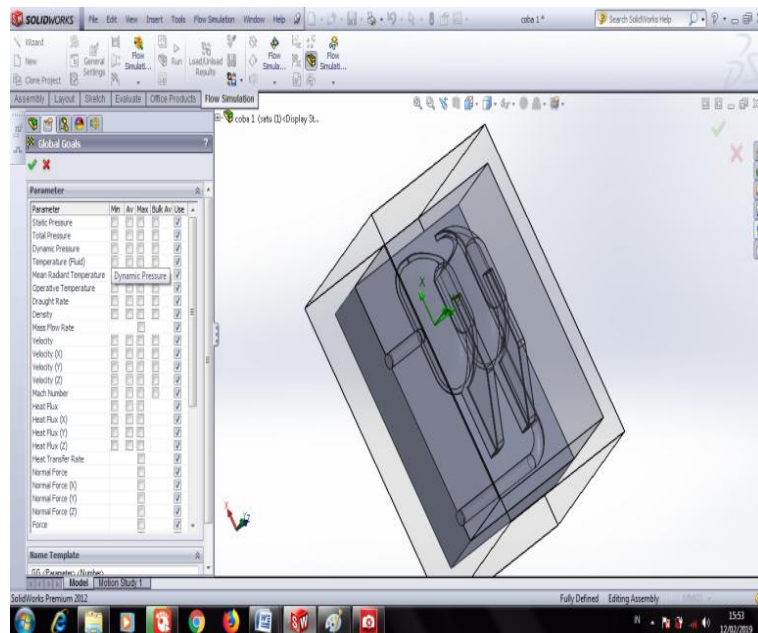
dalam simulasi *boundary condition* instruksi untuk menentukan nilai viskositas, massa aliran, volume aliran baik inlet ataupun outlet.



Gambar 3.20 *boundary condition*

### 13. Goals

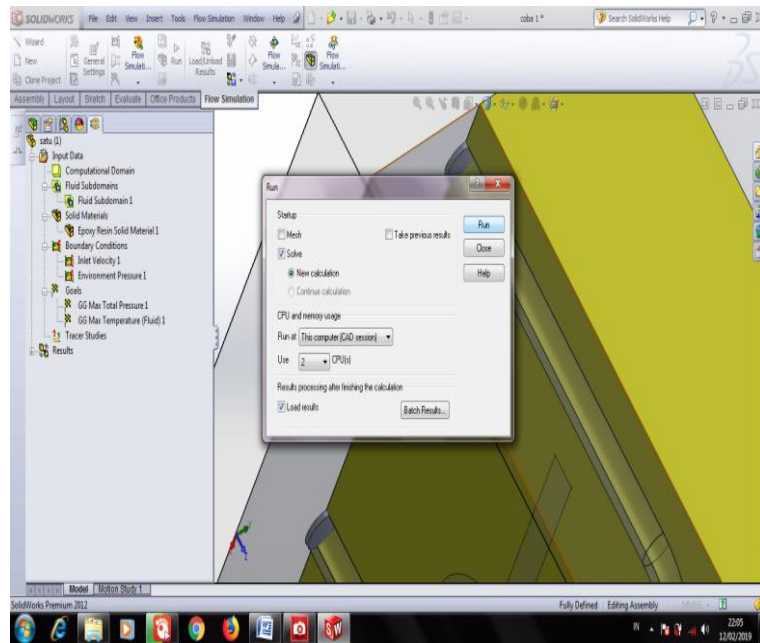
Instruksi parameter yang akan diketahui pada aliran fluida, pada simulasi ini yang akan diketahui adalah *max pressure*



Gambar 3.21 *Goals*

### 14. Run

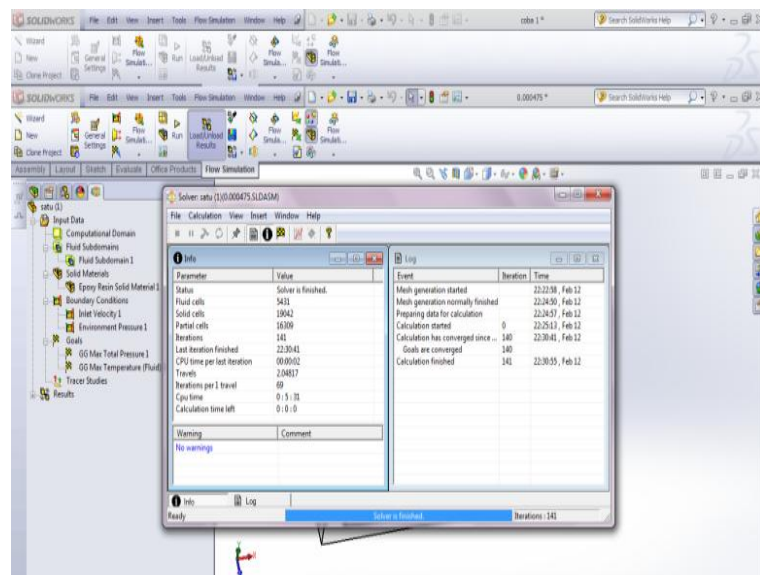
Printah untuk memproses data yang telah dimasukkan dan memproses secara komputasi.



Gambar 3.22 Run

### 15. Finish run

Setelah di *run* maka akan terlihat tampilan seperti dibawah menunjukkan kerja komputasi sudah dapat hasil pada nilai yang ingin dicari.



Gambar 3.23 .finish run



## BAB 4

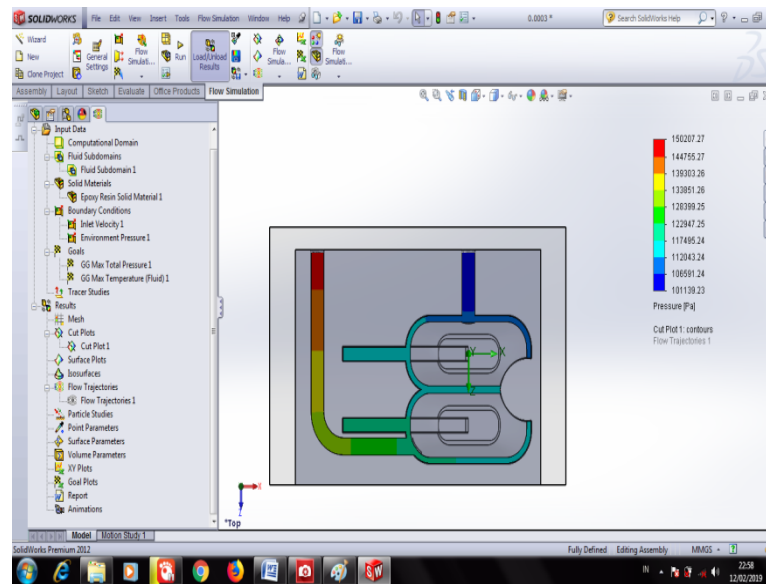
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Simulasi

Data hasil simulasi yang diperoleh dari hasil pengolahan data disusun dalam bentuk tabel dan grafik. Grafik yang diamati terdiri dari hubungan antara *velocity* terhadap *pressure drop*, *pressure drop* terhadap aliran masuk sumbu Z. Dari berbagai grafik yang dihasilkan diharapkan dapat memberikan hasil penuangan yang baik dalam bentuk nilai kecepatan.

##### 4.1.1 Simulasi *velocity* 0,0003 m/s .

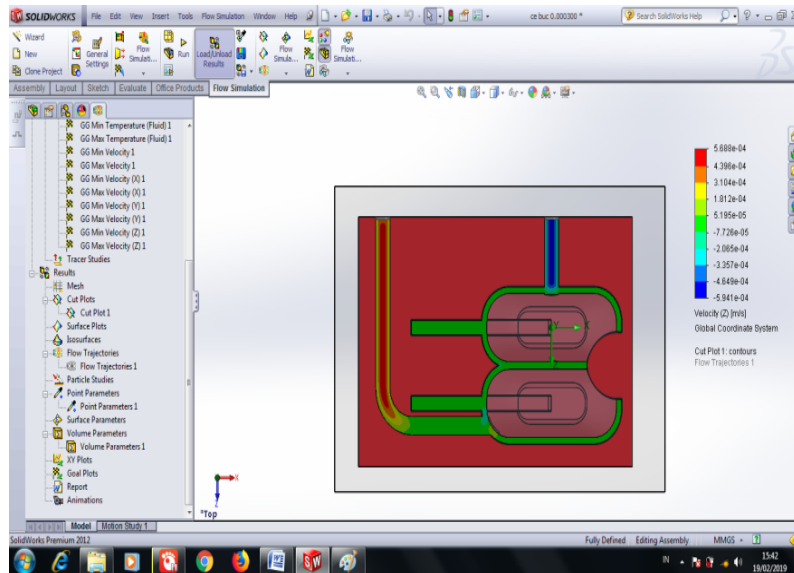
Adapun simulasi aliran pada prose penuangan resin pada cetaka sudu turbin pelton menggunakan fluida resin (*polyethylene*) dan cetakan dari bahan epoxy resin (*akrilik*) dan nilai *velocity* yang diasumsikan 0,0003 m/s dan *temperature* suhu kamar diasumsikan 3000 K



Gambar 4.1 Visualisasi *pressure* dengan *velocity* 0,0003 m/s

Dari tampilan visualisasi simulasi *solidworks* diatas dapat mengetahui nilai *pressure* tertinggi dari sebuah proses aliran fluida dalam simulasi dengan *velocity* 0,0003 m/s diperoleh nilai *pressure* maksimal adalah 136703,04 Pa

Dan dapat dilihat hasil dari *velocity* fluida yang masuk dari sumbu Z yaitu dengan kecepatan masuk 0,000568 m/s dengan *pressure drop* 35495,65 Pa



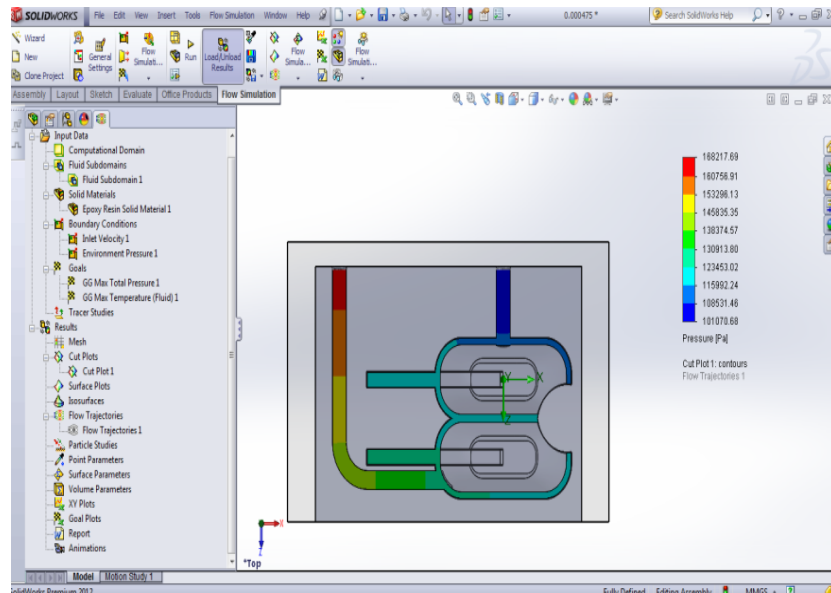
Gamabr 4.2 visualisasi *velocity* 0,0003 m/s sumbu Z

Tabel 4.1 *Report velocity* 0,0003 m/s

Name	Minimum	Maximum
Pressure [Pa]	101207.79	136703.44
Temperature [K]	299.97	300.00
Density [kg/m <sup>3</sup> ]	1200.00	1200.00
Velocity [m/s]	0	6.344e-04
Velocity (X) [m/s]	-3.379e-04	5.689e-04
Velocity (Y) [m/s]	-4.323e-04	4.713e-04
Velocity (Z) [m/s]	-5.941e-04	5.688e-04
Temperature (Fluid) [K]	299.97	300.00
Temperature (Solid) [K]	299.97	300.00
Vorticity [1/s]	1.539e-06	0.796
Shear Stress [Pa]	9.10e-06	2417.08
Heat Transfer Coefficient [W/m <sup>2</sup> /K]	2.949e-05	576.969
Surface Heat Flux [W/m <sup>2</sup> ]	-1.883	0.365
Heat Flux [W/m <sup>2</sup> ]	4.603e-04	0.729
Overheat above Melting Temperature [K]	-93.182	-93.151

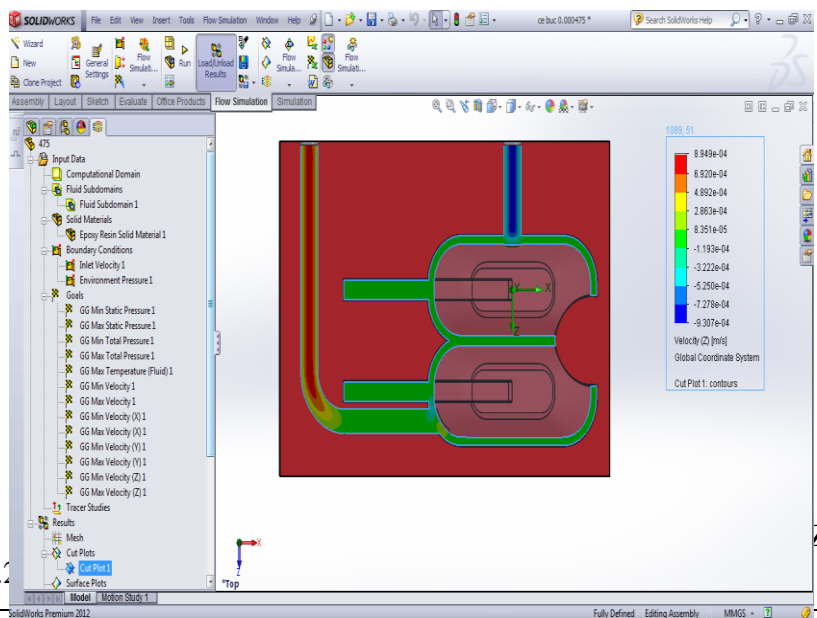
#### 4.1.2 Simulasi *velocity* 0,000475 m/s

Dengan *velocity* 0,000475 m/s dapat terlihat nilai *pressure* lebih besar dari *velocity* 0,0003 m/s yaitu 153337,01 Pa maksimal dan 101325,00 Pa minimal.



Gambar 4.3 Visualisasi *pressure* dengan *velocity* 0,000475m/s

..Adapun simulasi yang berefrensi pada sumbu Z dengan *velocity* 0,000475 m/s memiliki kecepatan masuk 0,000894 m/s dan *pressure drop* 52012,01 Pa.



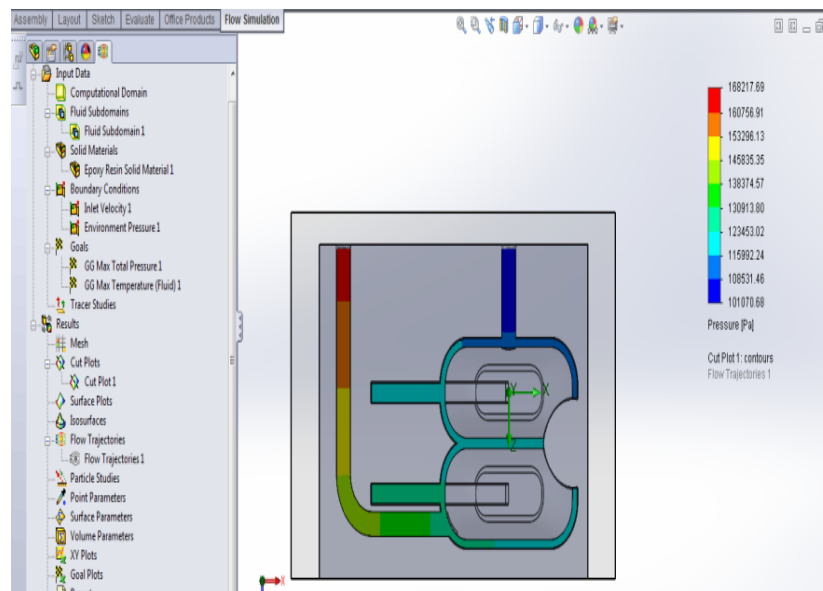
Tabel 4.2

Name	Minimum	Maximum
Pressure [Pa]	101325.00	153337.01
Temperature [K]	299.74	300.00
Density [kg/m <sup>3</sup> ]	1200.00	1200.00
Velocity [m/s]	0	0.001
Velocity (X) [m/s]	-5.912e-04	8.906e-04
Velocity (Y) [m/s]	-6.903e-04	7.009e-04
Velocity (Z) [m/s]	-9.307e-04	8.949e-04
Temperature (Fluid) [K]	299.74	300.00
Temperature (Solid) [K]	299.74	299.99

Vorticity [1/s]	3.362e-06	1.295
Shear Stress [Pa]	5.21e-05	4051.58
Heat Transfer Coefficient [W/m <sup>2</sup> /K]	1.143e-05	468.240
Surface Heat Flux [W/m <sup>2</sup> ]	-11.535	4.496
Heat Flux [W/m <sup>2</sup> ]	0.013	13.479
Overheat above Melting Temperature [K]	-93.411	-93.156

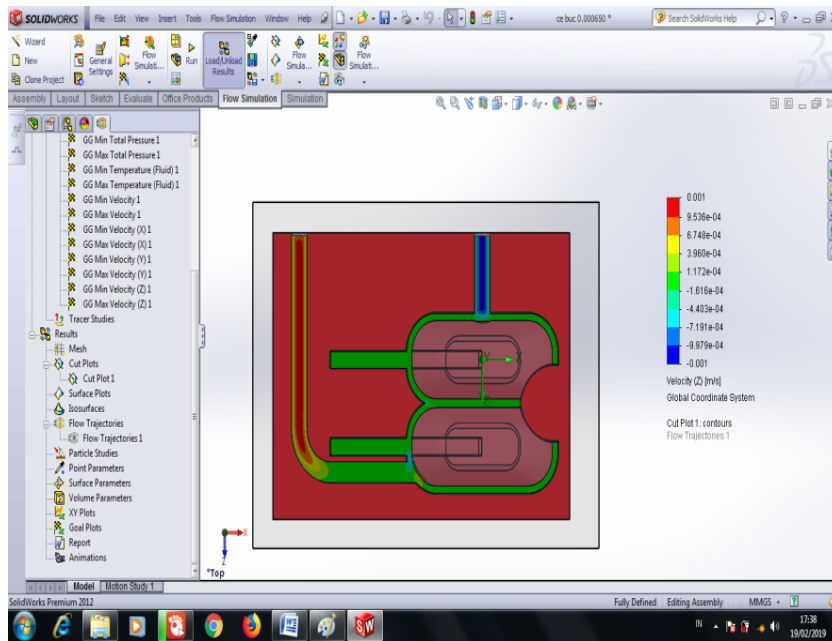
#### 4.1.3 Simulasi *velocity* 0,00065 m/s

Dengan *velocity* 0,000650 m/s dapat terlihat nilai *pressure* lebih besar dari *velocity* 0,0003 m/s yaitu 178206,45 Pa maksimal dan 101054,04 Pa minimal.



Gambar 4.5 visualisasi *pressure* dengan *velocity* 0,00065 m/s

Pada sumbu Z dengan *velocity* 0,00065 m/s memiliki nilai kecepatan aliran maksimal 0,001 m/s dan nilai minimalnya -0,001 m/s dengan *pressure drop* 77152,41 Pa.



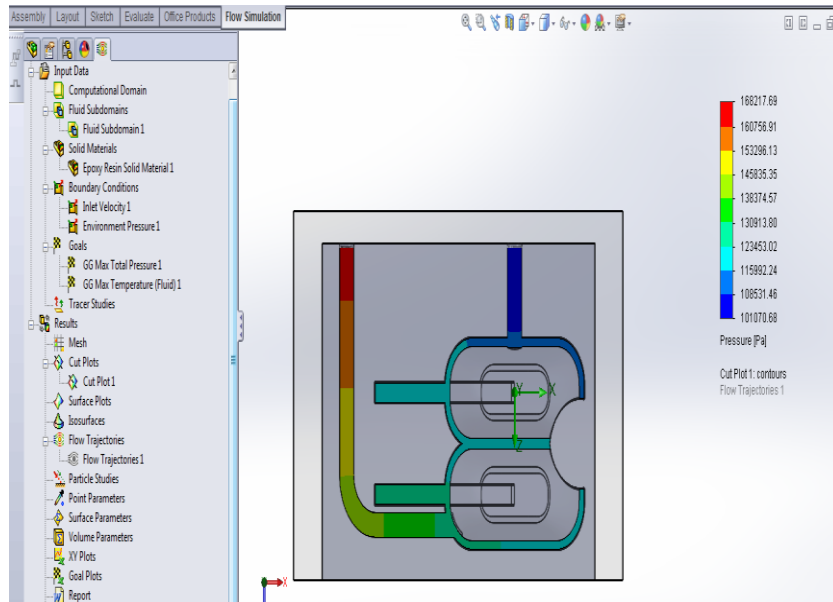
Gambar 4.6 visualisasi *velocity* 0,00065 m/s dengan sumbu Z

Tabel 4.3 *Report velocity* 0,000650 m/s

Name	Minimum	Maximum
Pressure [Pa]	101054.04	178206.45
Temperature [K]	300.00	300.03
Density [kg/m <sup>3</sup> ]	1200.00	1200.00
Velocity [m/s]	0	0.001
Velocity (X) [m/s]	-7.799e-04	0.001
Velocity (Y) [m/s]	-0.001	9.764e-04
Velocity (Z) [m/s]	-0.001	0.001
Temperature (Fluid) [K]	300.00	300.03
Temperature (Solid) [K]	300.00	300.03
Vorticity [1/s]	4.959e-06	1.985
Shear Stress [Pa]	6.39e-05	3275.61
Heat Transfer Coefficient [W/m <sup>2</sup> /K]	5.593e-05	582.217
Surface Heat Flux [W/m <sup>2</sup> ]	-0.494	1.878
Heat Flux [W/m <sup>2</sup> ]	2.649e-04	0.677
Overheat above Melting Temperature [K]	-93.149	-93.123

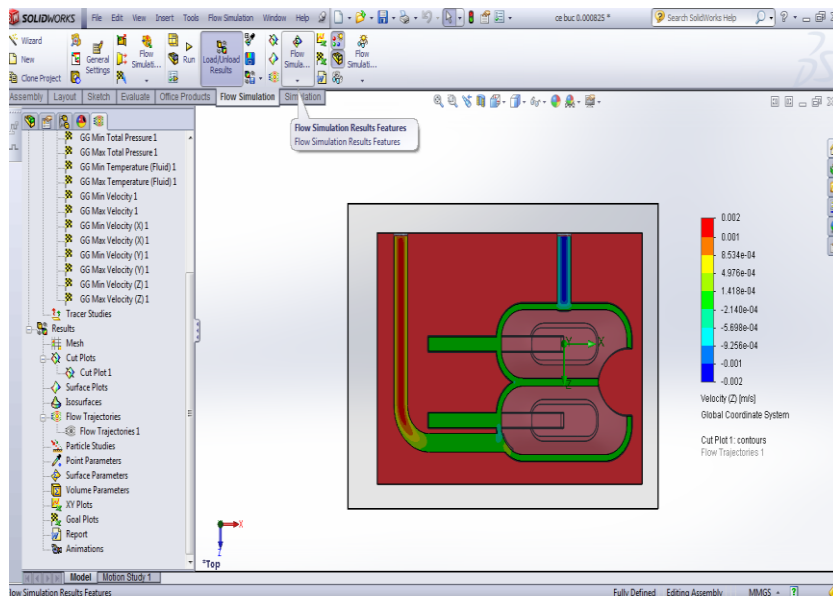
#### 4.1.4 Simulasi *velocity* 0,000825 m/s

Dengan *velocity* 0,000825 m/s dapat terlihat nilai *pressure* lebih besar dari *velocity* 0,0003 m/s yaitu 194302,16 Pa maksimal dan 101084,87 Pa minimal,



Gambar 4.7 Visualisasi *pressure* dengan *velocity* 0,000825 m/s

Pada sumbu Z dengan *velocity* 0,000825 m/s memiliki nilai kecepatan aliran maksimal 0,002 m/s dan nilai minimalnya -0,002 m/s sama dengan *velocity* 0,000825 m/s dengan *pressure drop* adalah 93217,41 Pa.



Gambar 4.8 visualisasi *velocity* 0,000825 m/s dengan sumbu Z

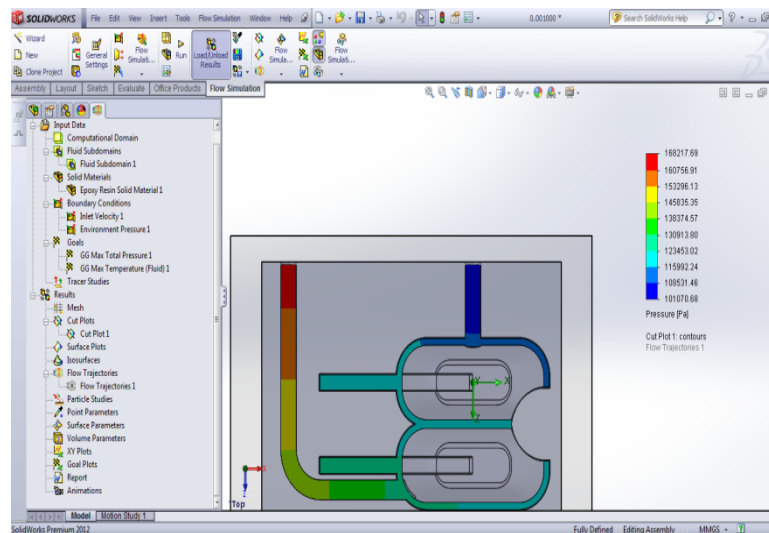
Tabel 4.3 Report *velocity* 0,000825 m/s

Name	Minimum	Maximum
Pressure [Pa]	101084.87	194302.16
Temperature [K]	300.00	300.03
Density [kg/m <sup>3</sup> ]	1200.00	1200.00
Velocity [m/s]	0	0.002

Velocity (X) [m/s]	-9.348e-04	0.002
Velocity (Y) [m/s]	-0.001	0.001
Velocity (Z) [m/s]	-0.002	0.002
Temperature (Fluid) [K]	300.00	300.03
Temperature (Solid) [K]	300.00	300.03
Vorticity [1/s]	5.705e-06	3.403
Shear Stress [Pa]	9.97e-05	3582.47
Heat Transfer Coefficient [W/m <sup>2</sup> /K]	1.351e-05	620.242
Surface Heat Flux [W/m <sup>2</sup> ]	-0.607	1.681
Heat Flux [W/m <sup>2</sup> ]	3.224e-04	0.780
Overheat above Melting Temperature [K]	-93.149	-93.116

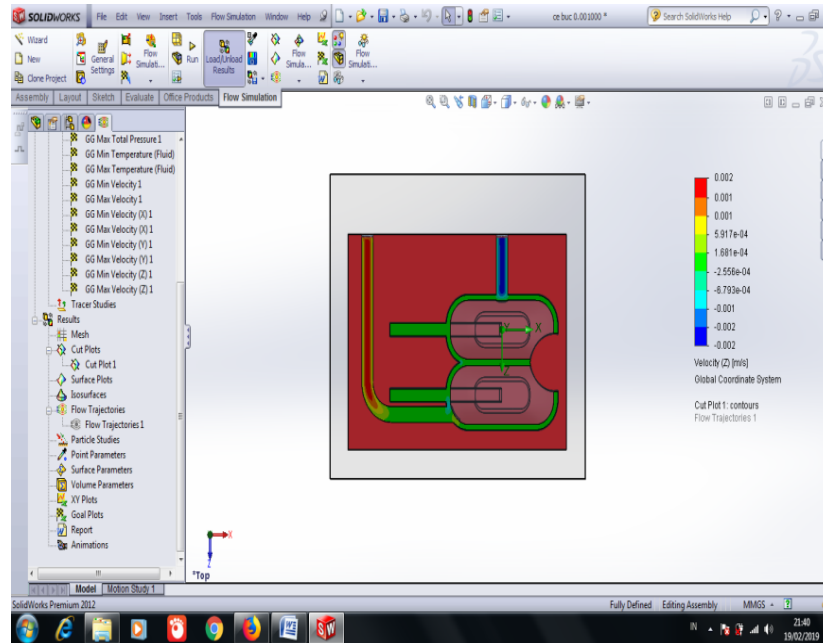
#### 4.1.5 Simulasi *velocity* 0,001 m/s

Dengan *velocity* 0,001 m/s dapat terlihat nilai *pressure* lebih besar dari *velocity* 0,0003 m/s yaitu 216617,13 Pa maksimal dan 100916.37 Pa minimal



Gambar 4.9 Visualisasi *pressure* dengan *velocity* 0,001 m/s

Pada sumbu Z dengan *velocity* 0,000825 m/s memiliki nilai kecepatan aliran maksimal 0,002 m/s dan nilai minimalnya -0,002 m/s sama dengan *velocity* 0,001 m/s tetapi *pressure drop* berbeda yaitu 115700,76 Pa



Gambar 4.10 visualisasi *velocity* 0,001 m/s dengan sumbu Z

Tabel 4.3 *Report velocity* 0,001 m/s

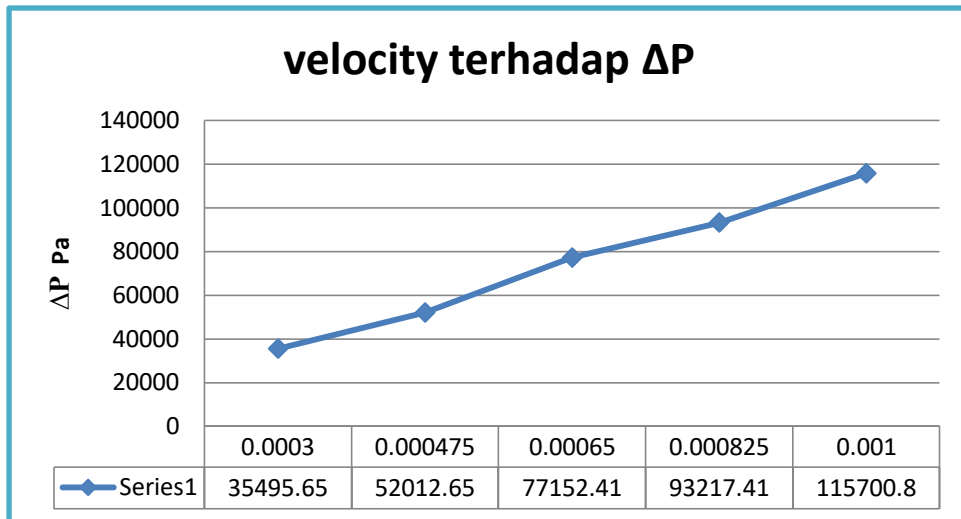
Name	Minimum	Maximum
Pressure [Pa]	100916.37	216617.13
Temperature [K]	300.00	300.04
Density [kg/m <sup>3</sup> ]	1200.00	1200.00
Velocity [m/s]	0	0.002
Velocity (X) [m/s]	-0.001	0.002
Velocity (Y) [m/s]	-0.001	0.001
Velocity (Z) [m/s]	-0.002	0.002
Temperature (Fluid) [K]	300.00	300.04
Temperature (Solid) [K]	300.00	300.04
Vorticity [1/s]	2.573e-06	10.248
Shear Stress [Pa]	9.86e-04	8509.91
Heat Transfer Coefficient [W/m <sup>2</sup> /K]	4.066e-07	636.006
Surface Heat Flux [W/m <sup>2</sup> ]	-0.694	2.188
Heat Flux [W/m <sup>2</sup> ]	3.634e-04	0.977
Overheat above Meltin K	-93.149	-93.109

#### 4.1.2 Pembahasan

Dari hasil simulasi menggunakan *software solidworks* dengan bentuk cetakan sudu turbin pelton yang berdimensi Panjang keseluruhan: 85 mm, Panjang sudu : 50 mm, Lebar sudu : 23 mm Tebal sudu : 5 mm, Tinggi sudu : 20 mm, yang ingin diketahui adalah perbandingan *velocity* dengan *prssure drop*, dan



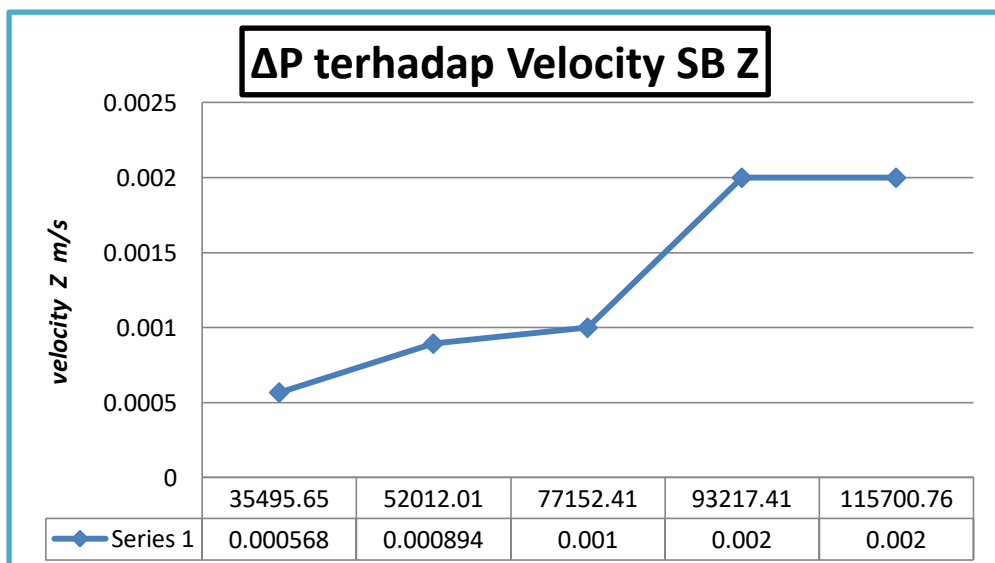
*velocity* masuk fluida dari sumbu Z atau vertikal, dapat diketahui dari grafik dibawah ini



Gambar 4.11 grafik perbandingan *velocity* terhadap *pressure drop*

Dari grafik hasil simulasi dapat di dilihat bahwa pada *velocity* 0,0003 m/s *pressure drop* adalah 35495,65 Pa pada 0,000475 m/s *velocity pressure drop* adalah 52012,65 Pa dan 0,00065 m/s *pressure drop*nya adalah 77152,41 Pa pada *velocity* 0,00825 m/s diperoleh *pressure drop* 93217,41 Pa dan pada *velocity* 0,001m/s *pressure drop* nya adalah 115700,58 Pa.

Dan untuk perbandingan antara *pressure drop* dengan aliran masuk dari sumbu Z (vertikal) dapat dilihat dengan grafik dibawah ini:



Gambar 4.12 perbandingan *pressure drop* dengan *velocity* sumbu Z

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil komputasi menggunakan *solidworks* pada simulasi ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Nilai *velocity* dengan nilai *pressure drop* berbanding lurus.yaitu bila nilai *velocity* semakin besar makan nilai *pressure drop* juga semakin besar.
2. Nilai perbandingan antara *pressure drop* dengan niai *velocity* yang masuk dari sumbu Z (vertikal) juga berbanding lurus.
3. *Velocity* yang baik sesuai analisa numerik menggunakan *software solidworks* adalah 0,0003 m/s

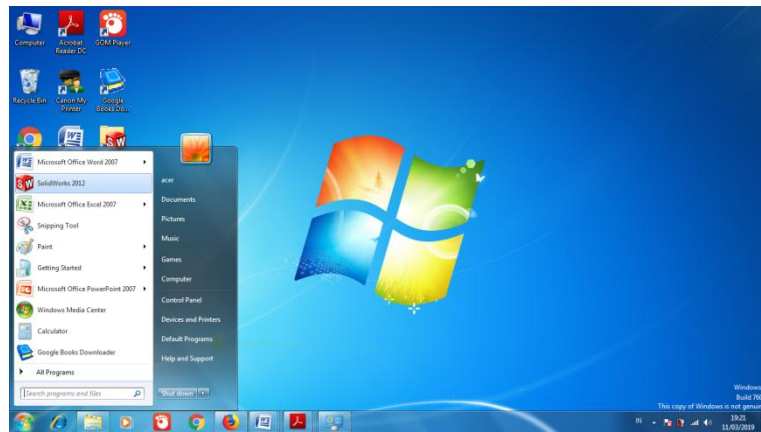
#### 5.2 Saran

Pada pengerjaan gambar 3D yang menggunakan *software* atau sering disebut komputasi harus menggunakan komputer yang memiliki *spesifikasi* yang tinggi.

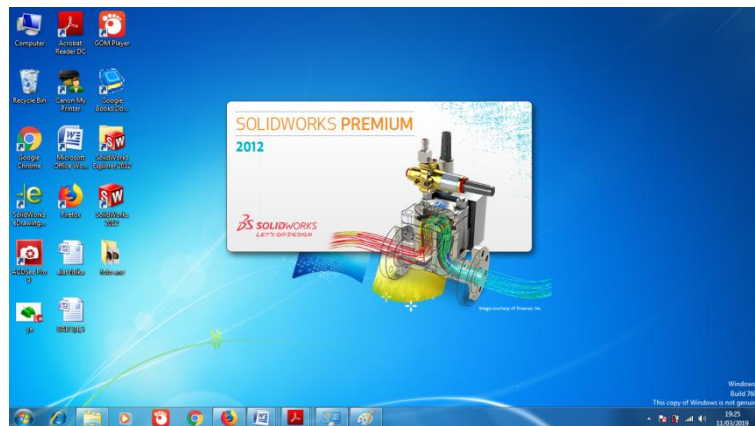
## DAFTAR PUSTAKA

- Indra Surya , Suhendar.(2016)*Sifat mekanis Acak limbah Sabut Kelapa bermatriks Polyester resin*. Laporan Tugas Akhir, Lampung: Program Studi Teknik mesin, UBL
- Eko singgih priyanto.(2007)*Anlisa Aliaran pada Pipa Acrylic Diameter 12,7 mm(0,5Inci)Dan 38,1mm(1,5 Inci)*. Laporan Tugas Akhir,:
- N.Kiuna, C.J. lawrence, Q.P.V. Fontana, Lee, T. Selerland, P.D.M. spelt (2002)*A Model for resin viscosity during cure in the resin transfer moulding process, imperial college of science*.
- Romadon Harahap, Apandi(2018) *Pengaruh Jumla Bucket Terhadap Kinerja Prototype Turbin Pelton*. Laporan Tugas Akhir, Medan: Program Srudi Teknik Mesin, UMSU
- Muhammad mulyadi.(2014)*Analisa Aerodinamika Pada Sayap Pesawat Terbang Dengan Menggunakan Software Berbasis Computational Fluid Dynamics (CFD)*, Laporan Tugas Akhir, Depok: Program Studi Teknik Mesin, Universitas Gunadharma
- Nurul Karomah, Mutiara. Aries Widodo, Wawan.(2012)*Studi Numerik Karakteristik Aliran Bagian Rear-End Bus Penumpang Dengan Variasi Sudut Diffuser*.Laporan Tugas Akhir, Surabaya: Program Studi Teknik Mesin, Program Studi Teknik Industri. ITS
- Lihua hong, Yu Wang. Lin Wang, Hong Zhang. Hui Na, Zhimin Zhang(2017)*Synthesis And Characterization of a Novel resin Monomer With Low Viscosity*. *Journal of Density*, China: Jilin University.
- Paulo Cabrita(2018)*Resin flow in conifers*. Germany, journal of Theoretical Biology.
- Agung Purnama, Anita Hidayati(2014) *Analisa karakteristik Baling-Baling B Series di Air terbuka Dengan CFD*. Jurnal, Surabaya, PPNS.
- Dietzel, Fritz dan Sriyono Dakso, 1981, *Turbin Pompa dan Kompresor*, Erlangga, Jakarta.

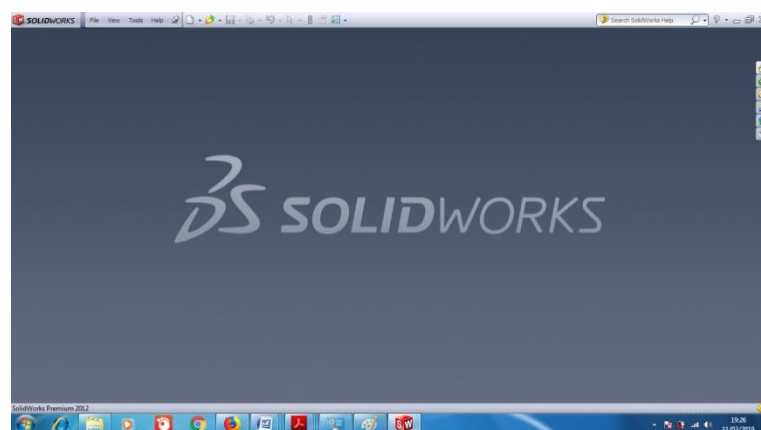
## LAMPIRAN



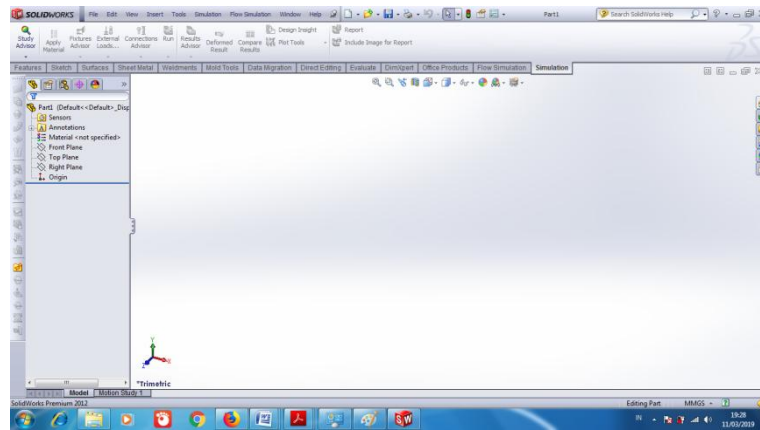
- *klik software solidworks*



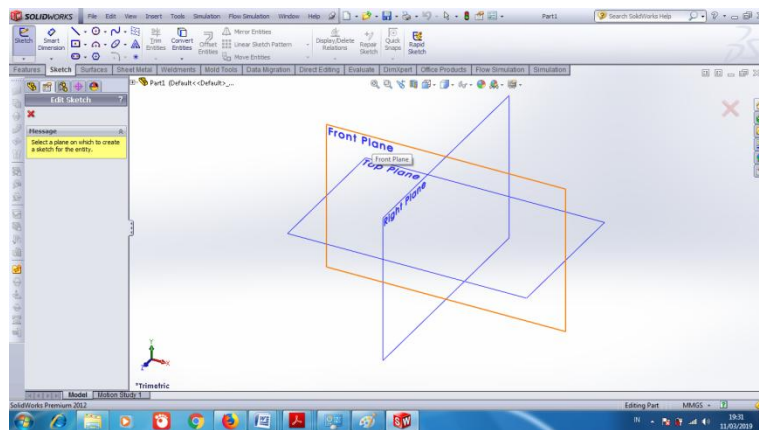
- *processing software solidworks*



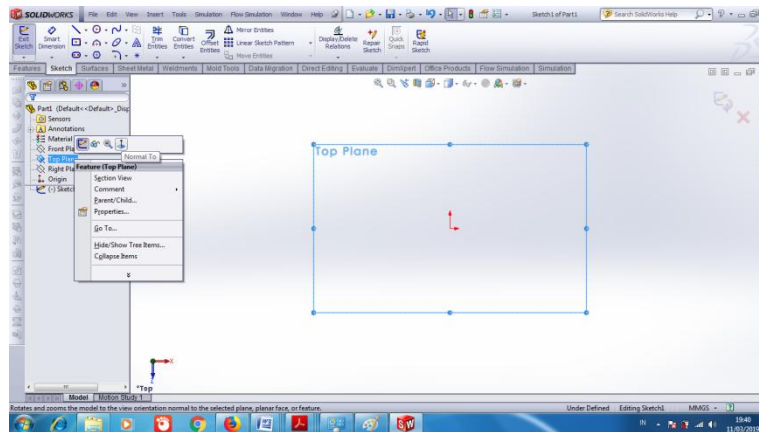
- *Klik file* →



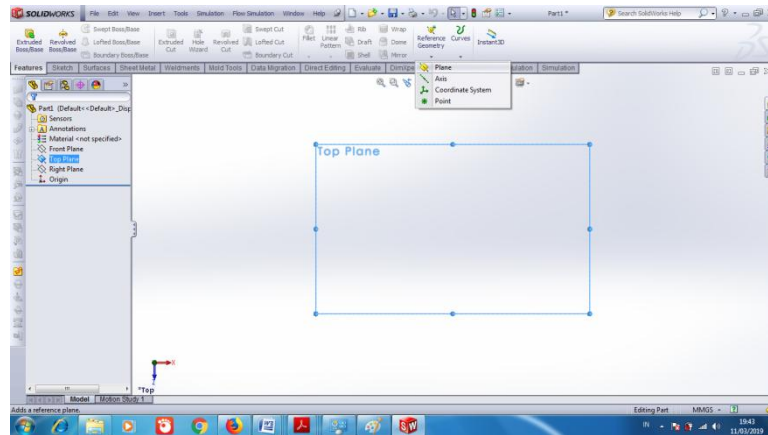
- 3d works



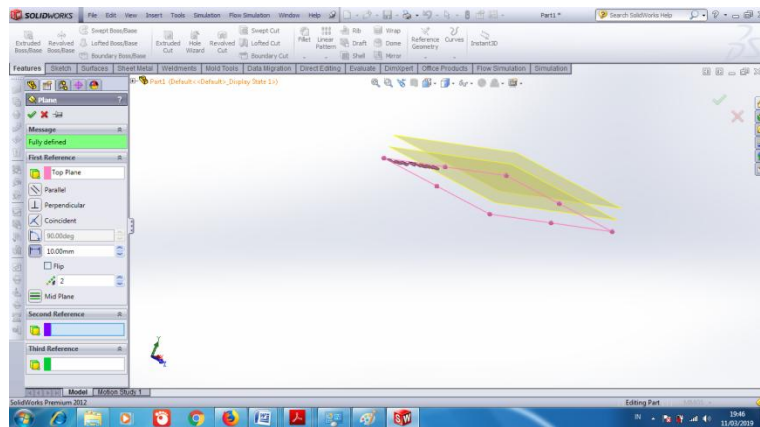
- Klik top plane → ok



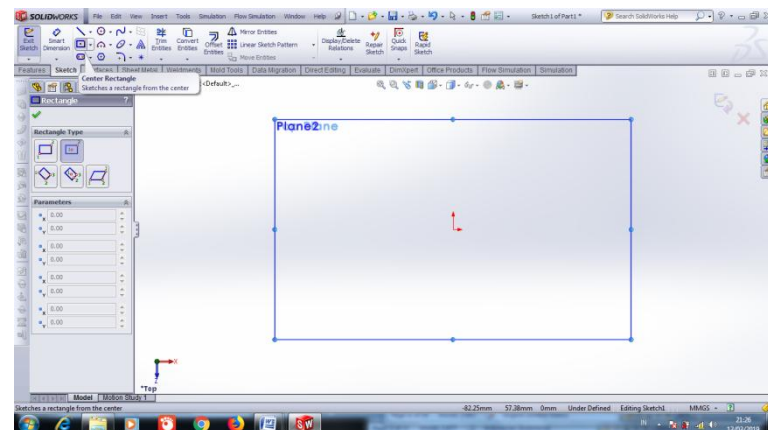
- Klik sketch

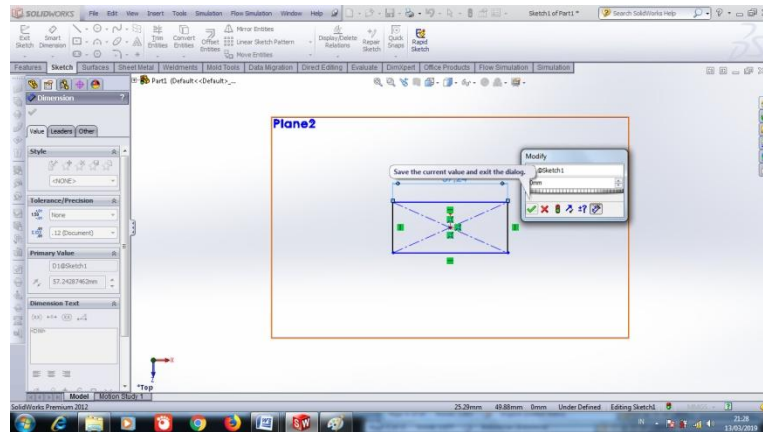


- Klik reference geometry → plane

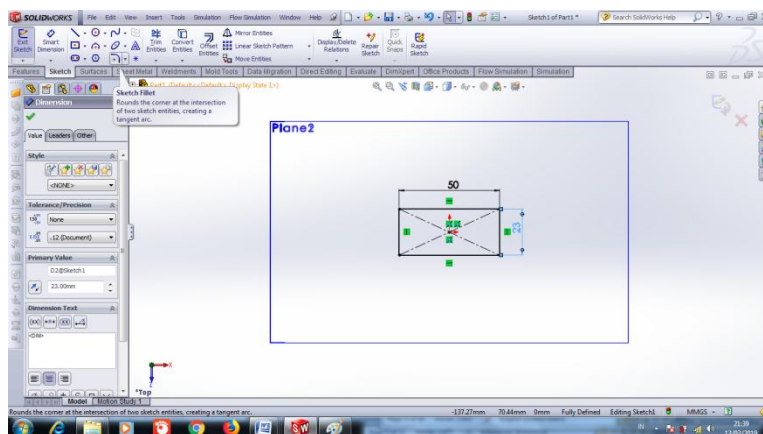
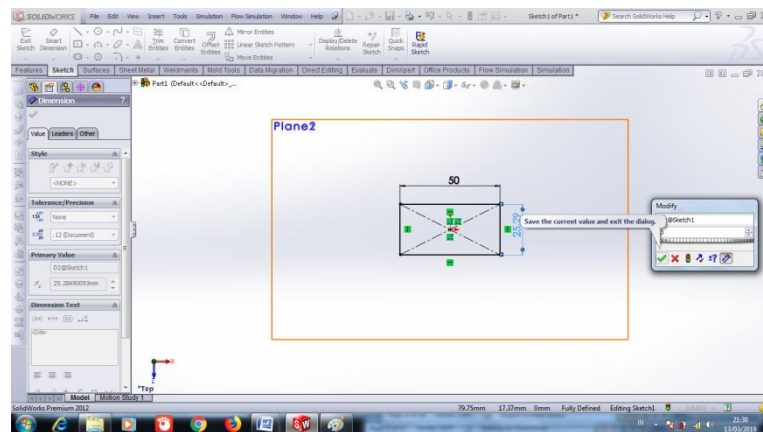


- Buat 2 plane jarak 20 mm → klik ok

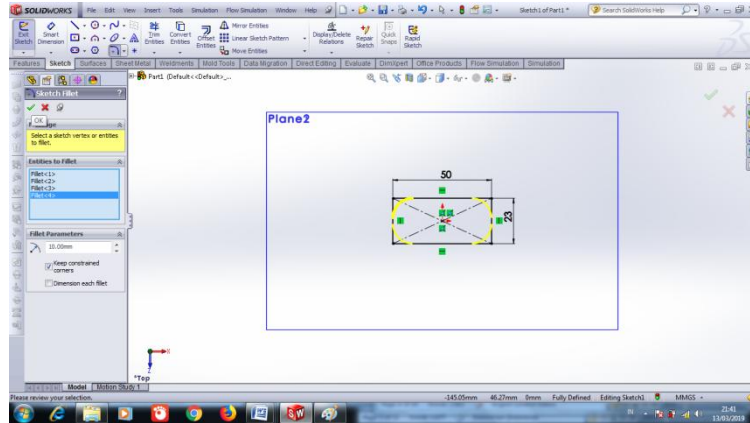




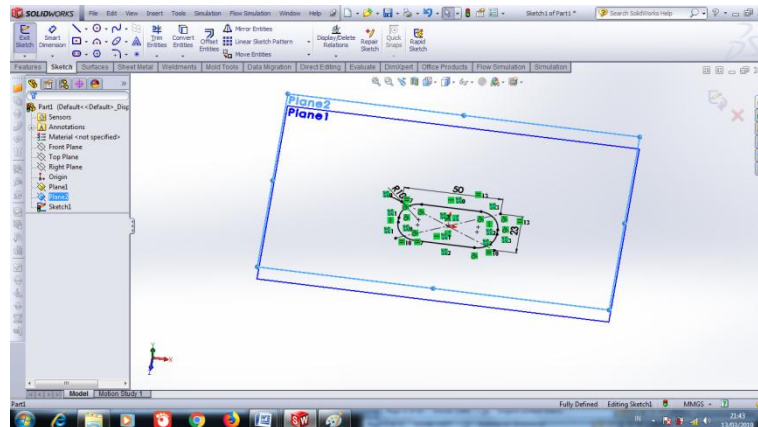
- Klik center rectangle → dimension 50 x 23 klik ok



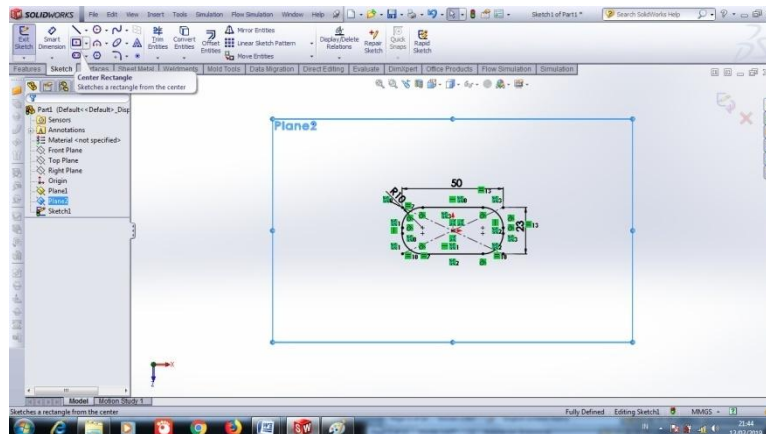
- Klik sketch fillet → pilih 4 sudut



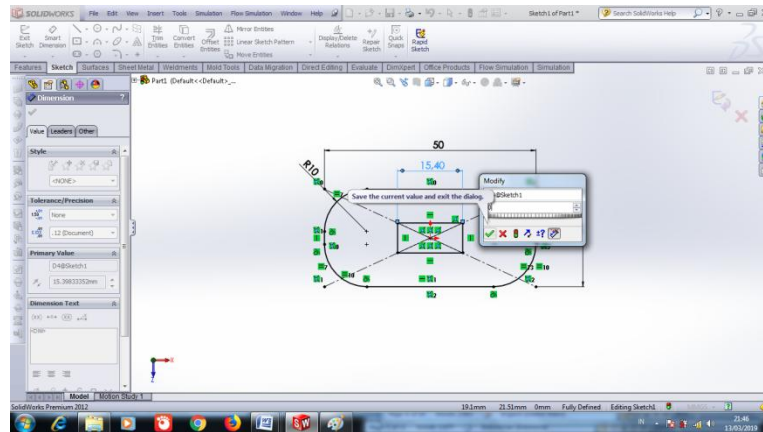
- ok



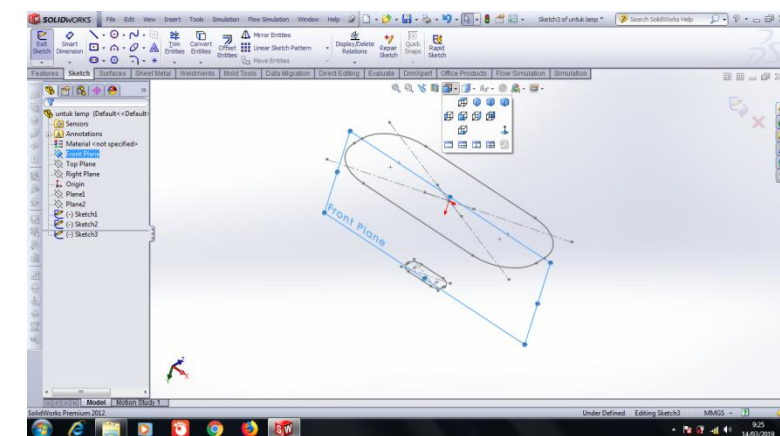
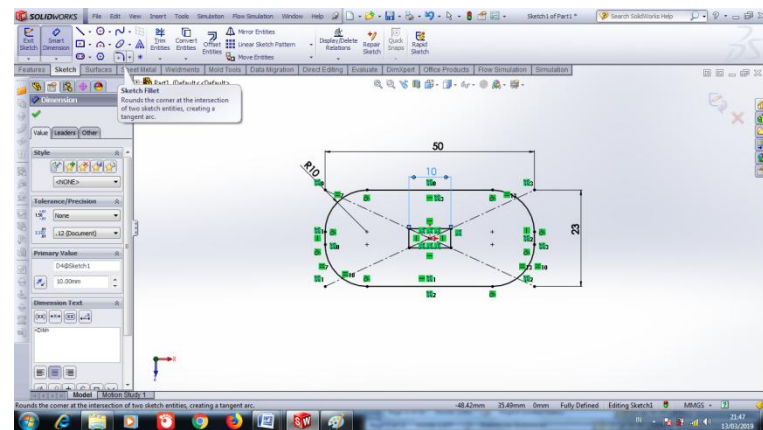
- klik plane 2 → terletak tepat di diagonal



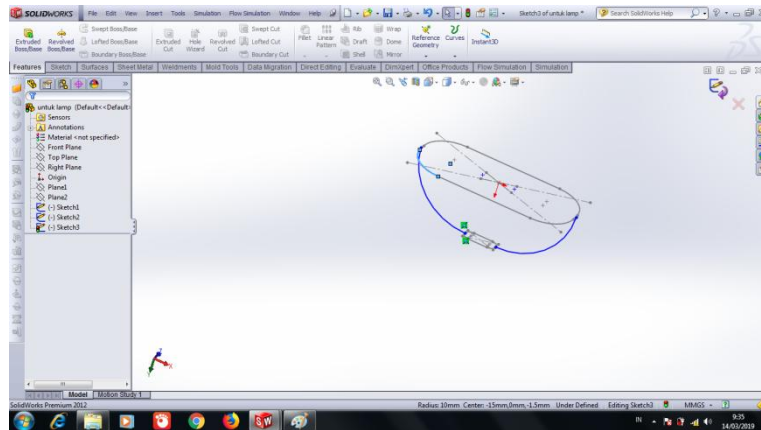




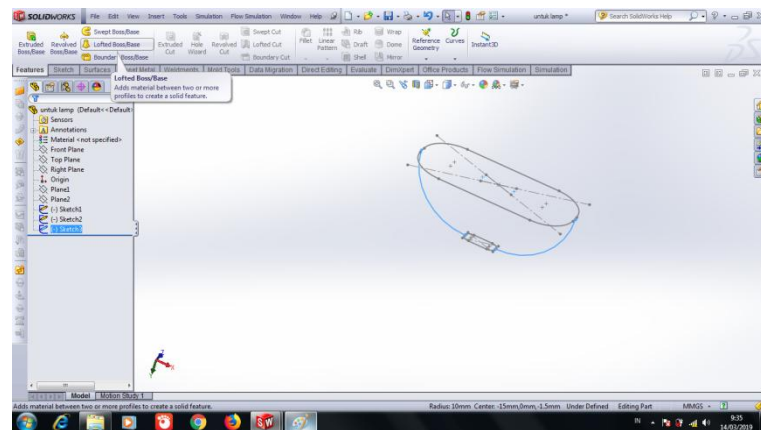
- Klik ok



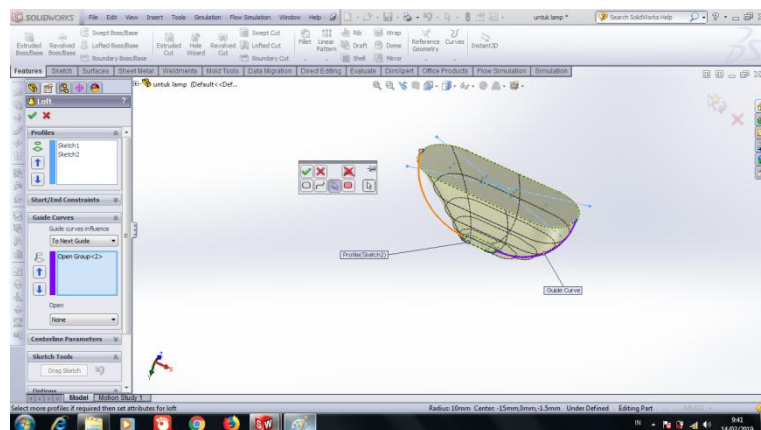
- Klik front plane → ok



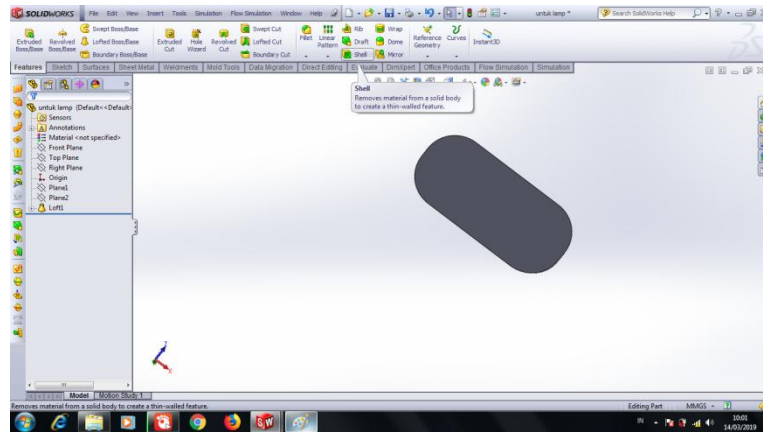
- Point circl klik seperti gambar



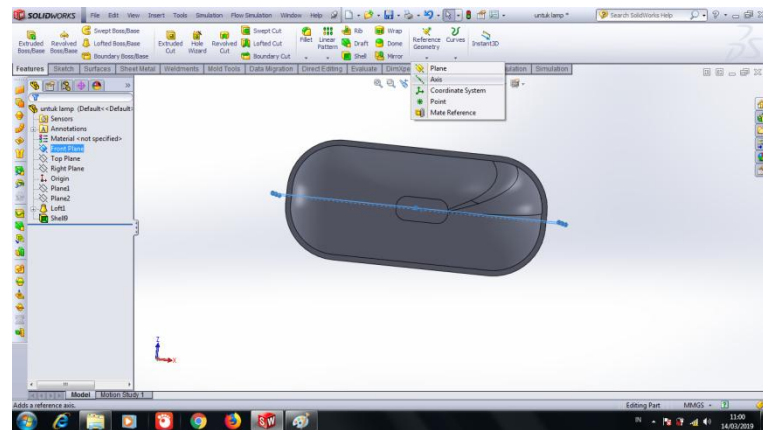
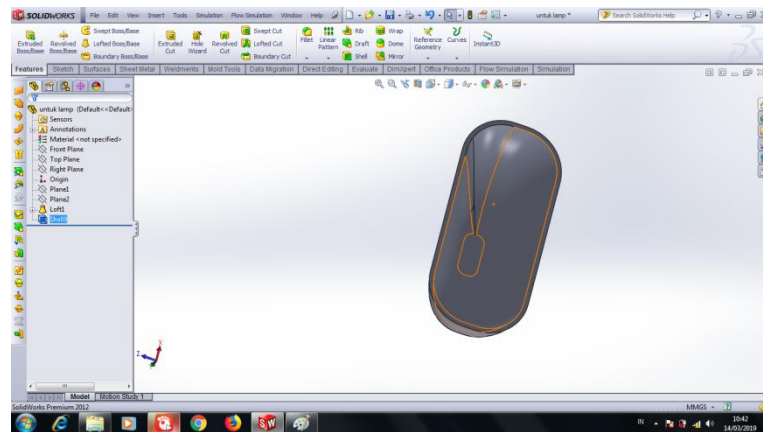
- Klik loftedd boss/base → ok



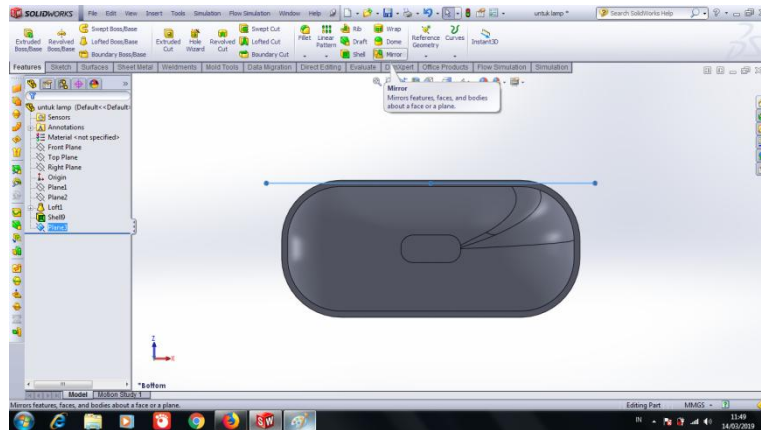
- Klik bidang atas dan bawah → ok



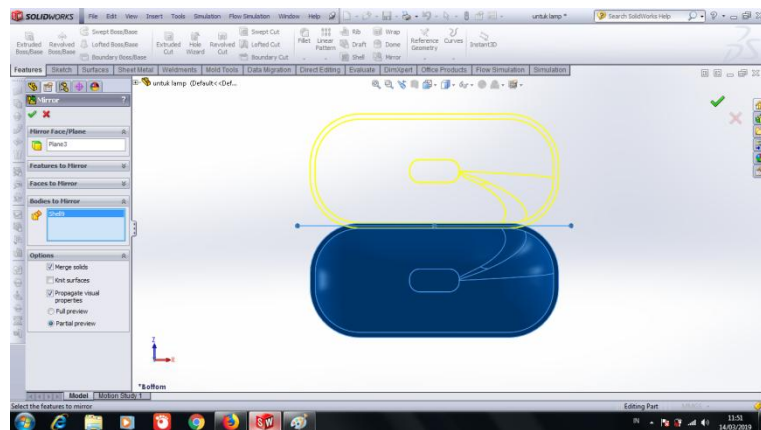
- Klik shell boss → klik body → ok



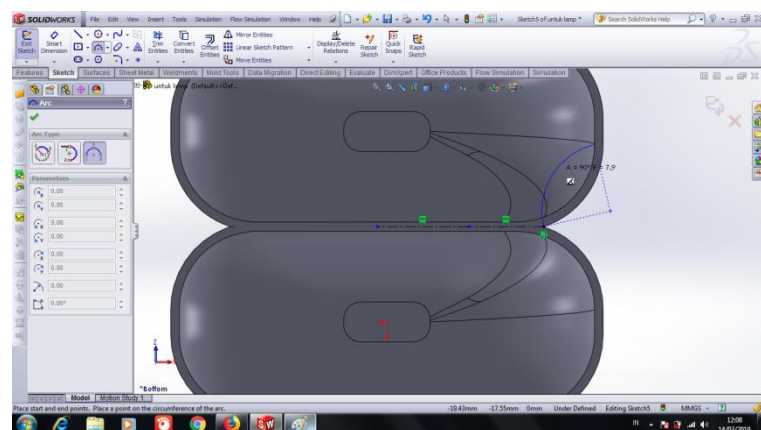
- Klik front plane → reference geometry, ok

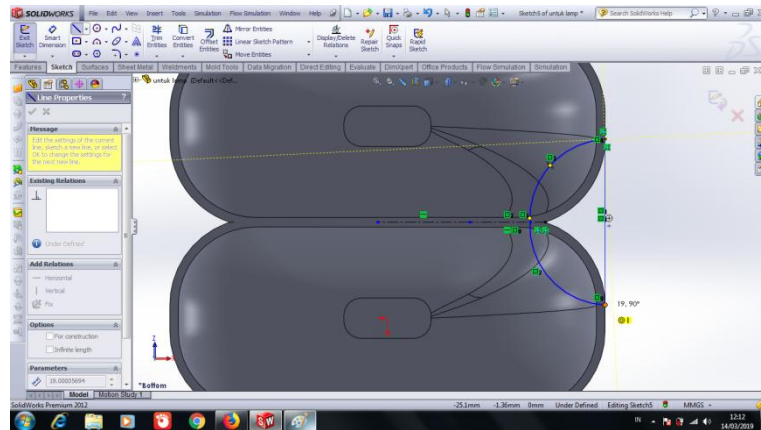


- Klik mirror , ok

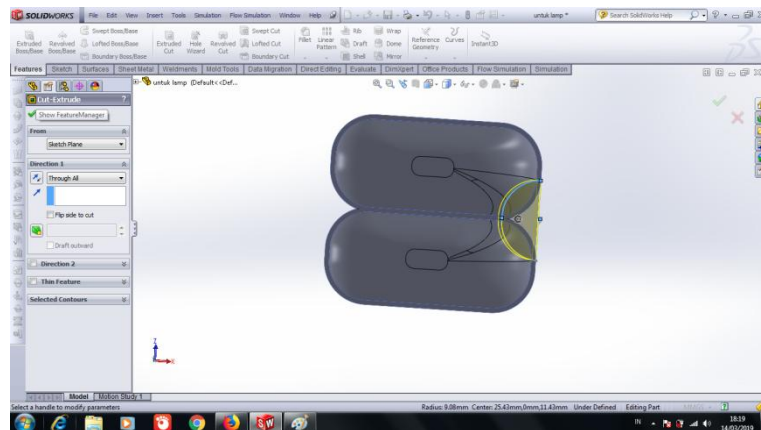


- Piih plane
- Pilih body, ok

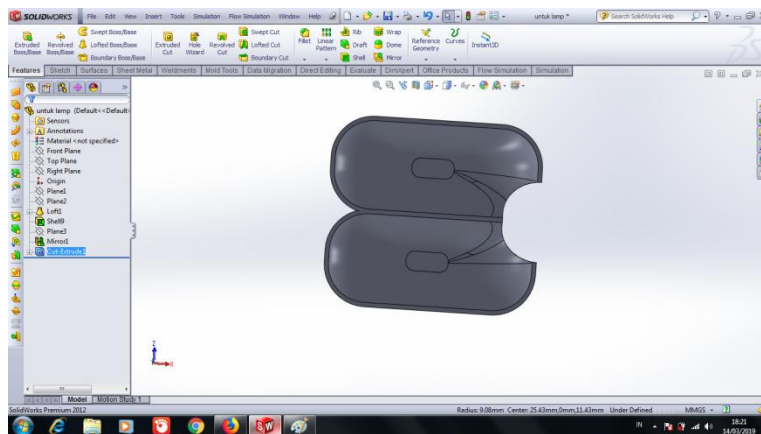


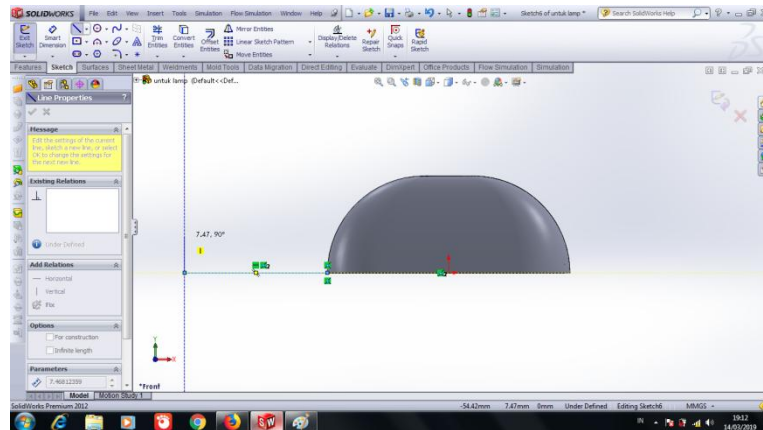


- Klik point circl,ok
- Klik extruded cut

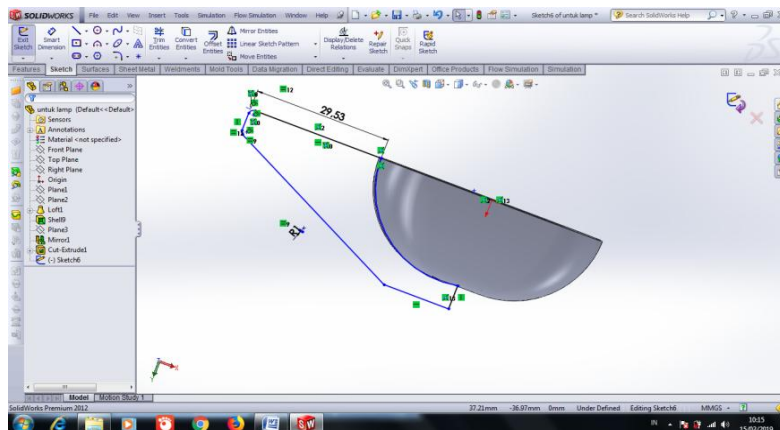


- Bagian yang dibung

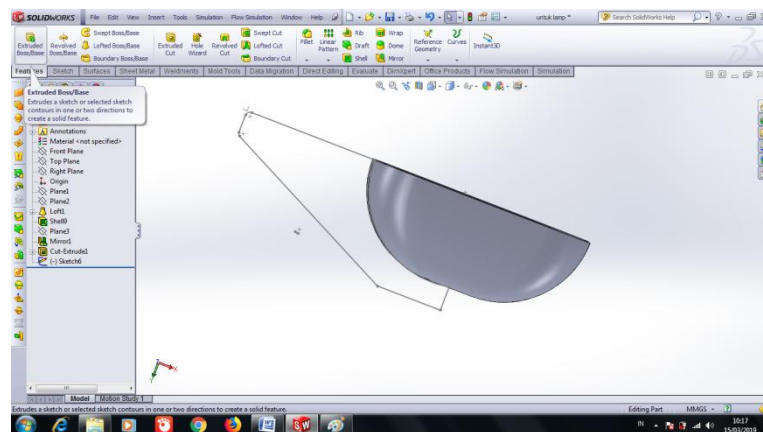




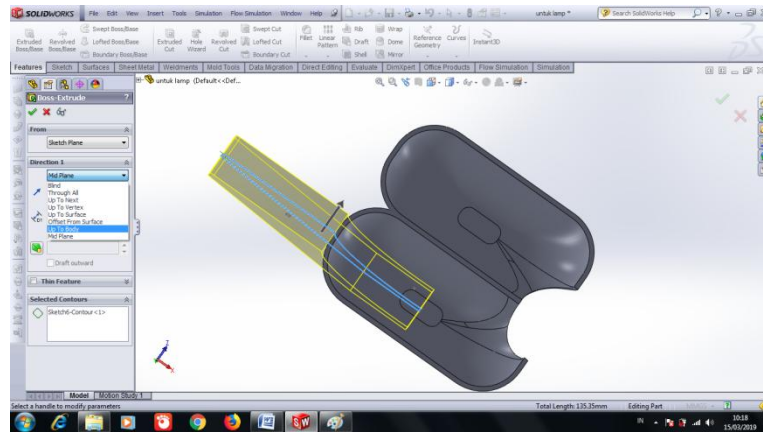
- Klik sketch, ok



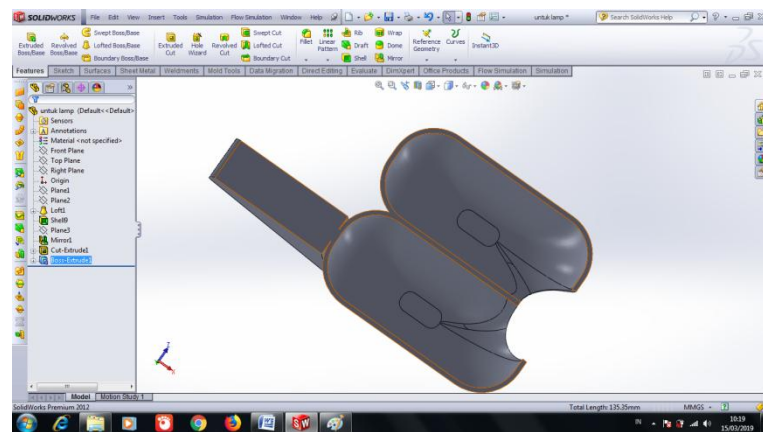
- Gambar dengan dimensi yang diinginkan



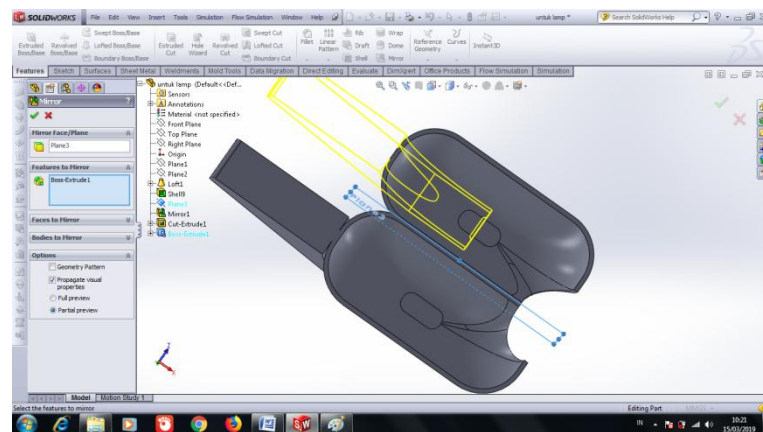
- tampilan



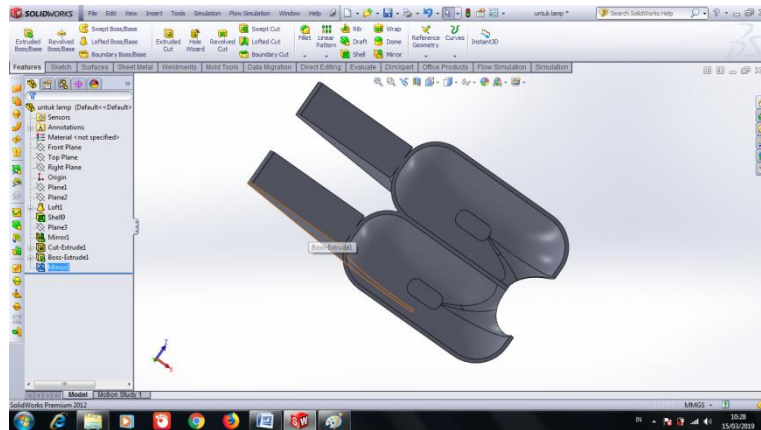
Klik extruded boss



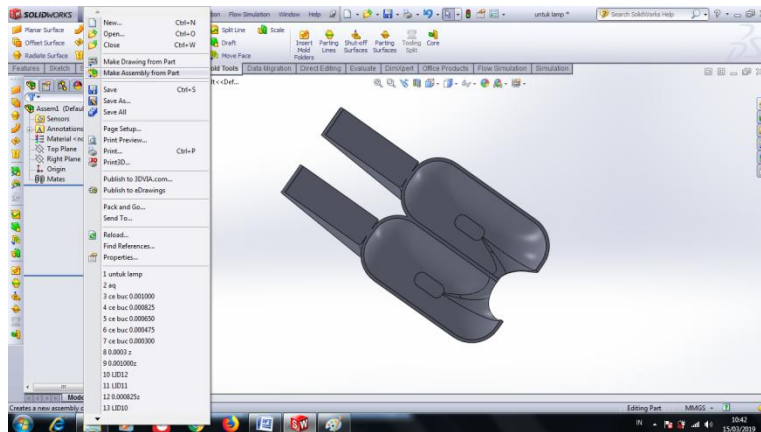
- klik ok



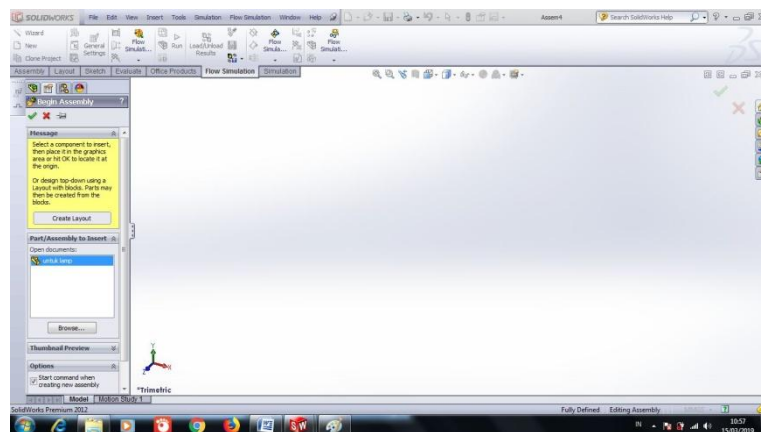
- klik mirror pilih middle



- Klik ok

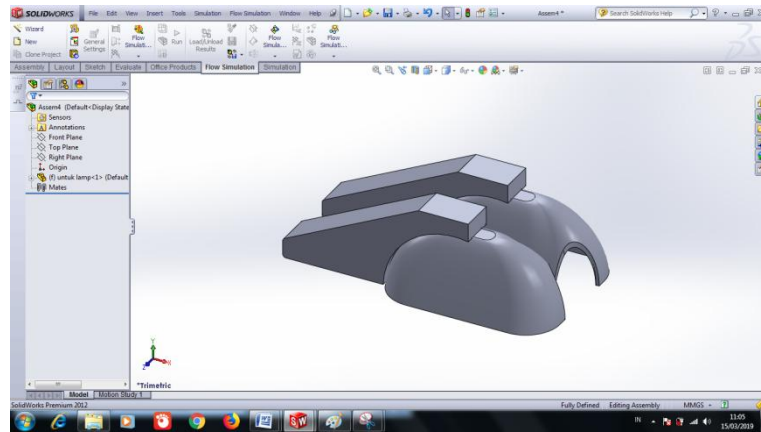


- Klik file → make assembly from part

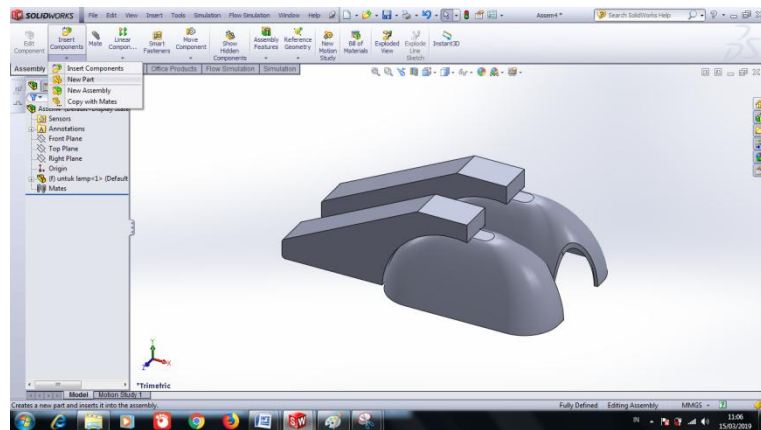


- Klik ok

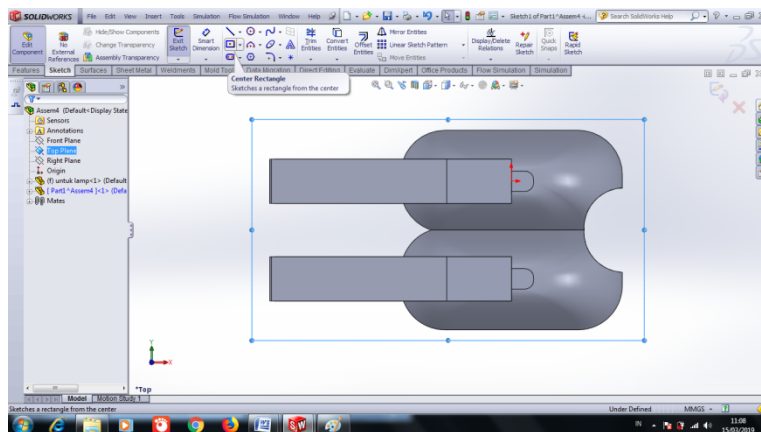




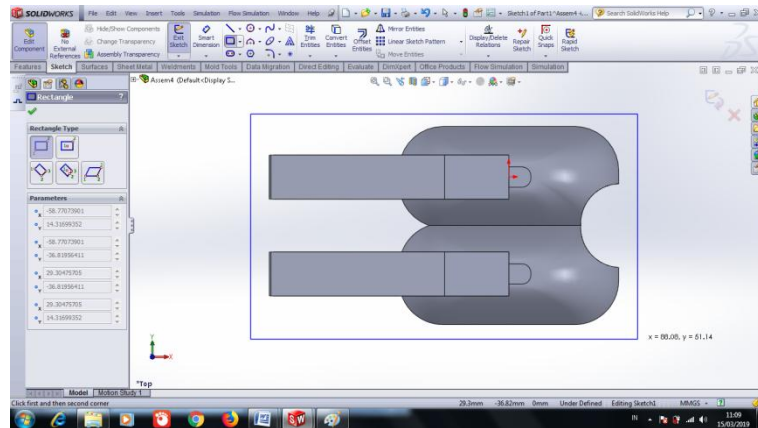
- Tampilan



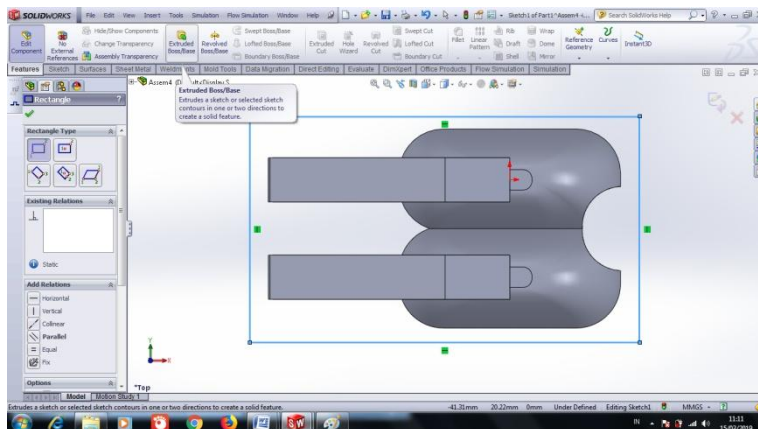
- Klik new part



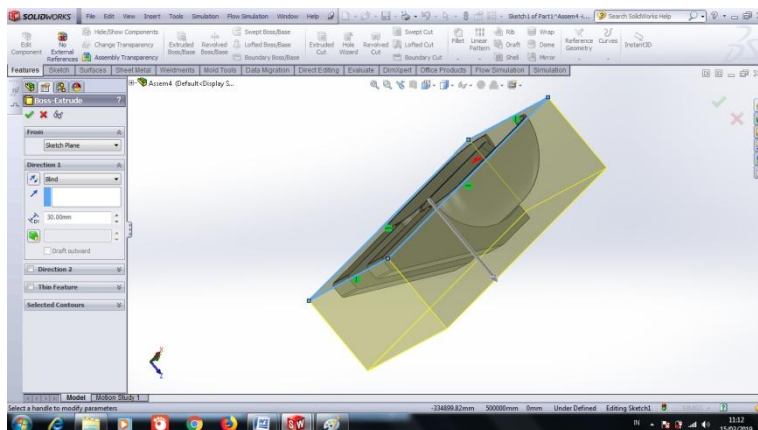
- Klik rectagle



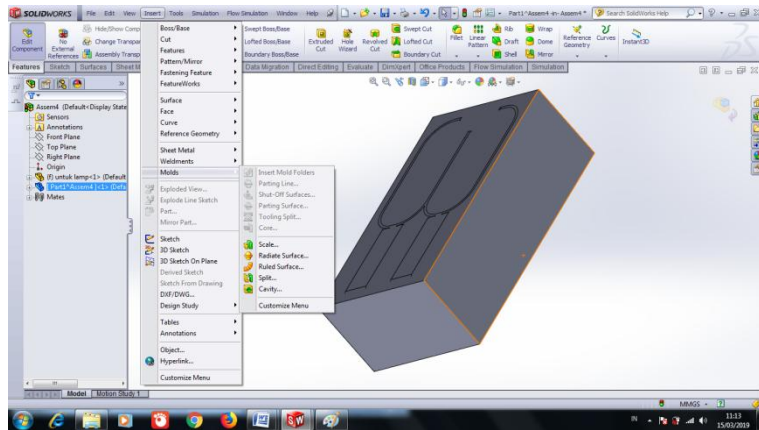
- Klik ok



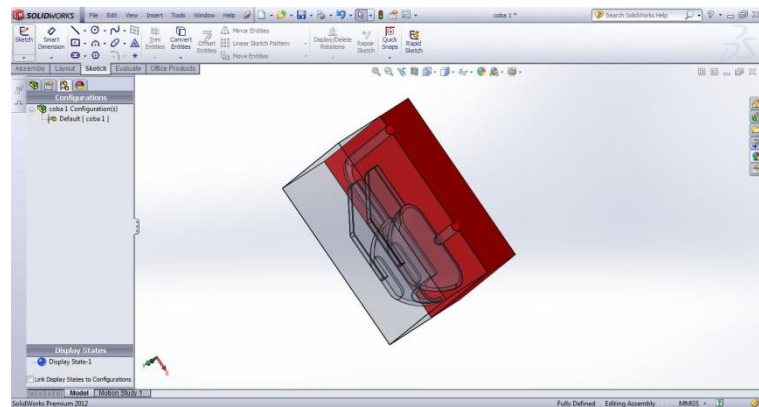
- Klik extruded boss



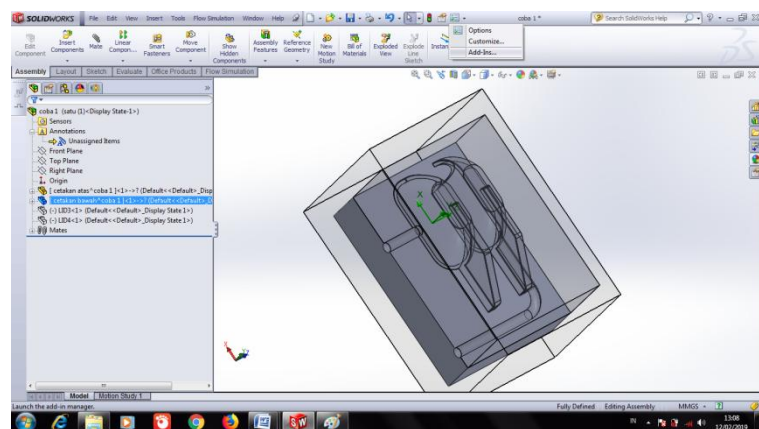
- Ketik 30 mm D1 → Ok



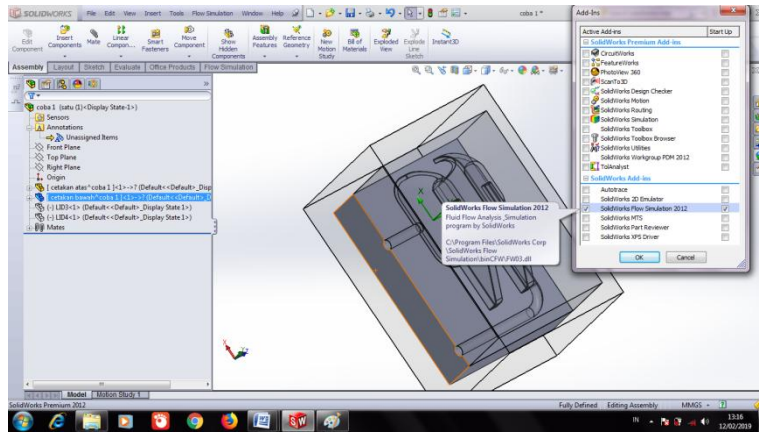
- Kik insert, mold, cavity



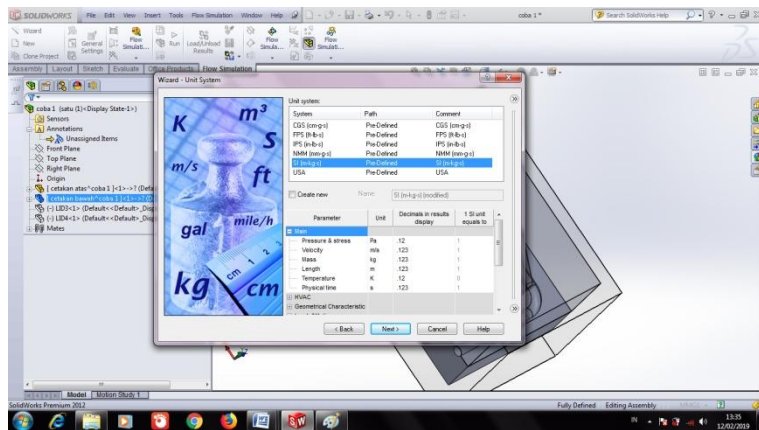
- tampilan



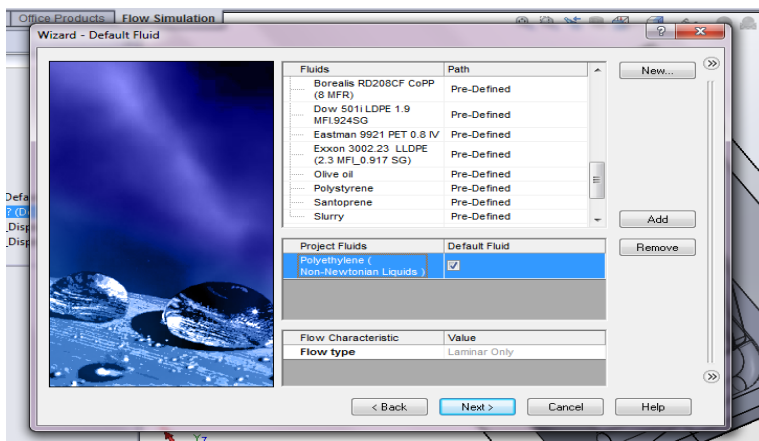
- bentuk cetakan sudu



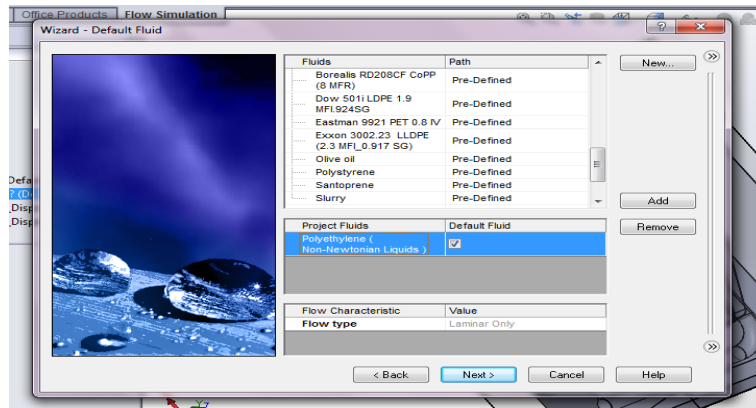
- Klik add-ins , flow simulation, klik ok



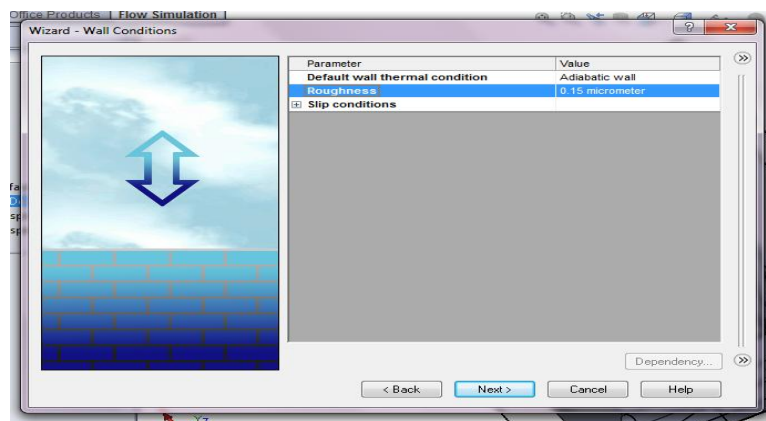
- Klik satuan SI, klik next



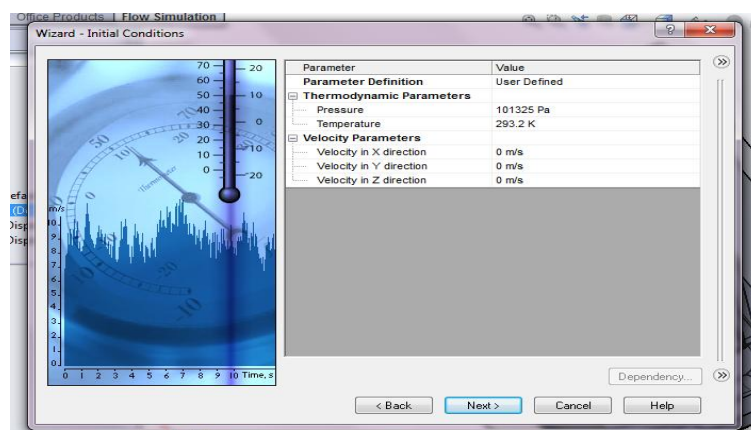
- Klik fluida polyethylene/resin, klik next



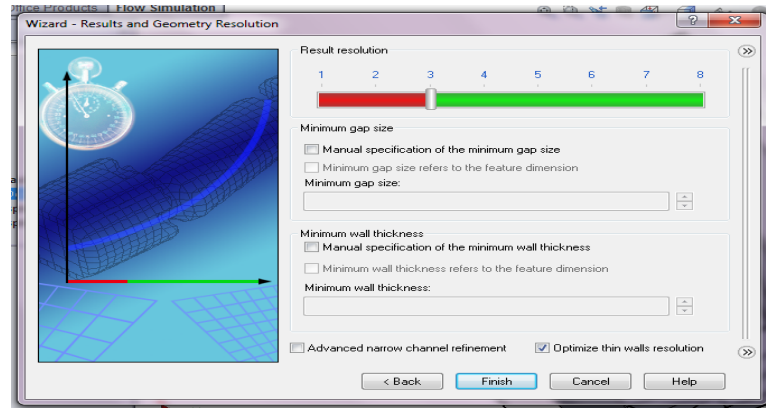
- Klik 2 x, klik next



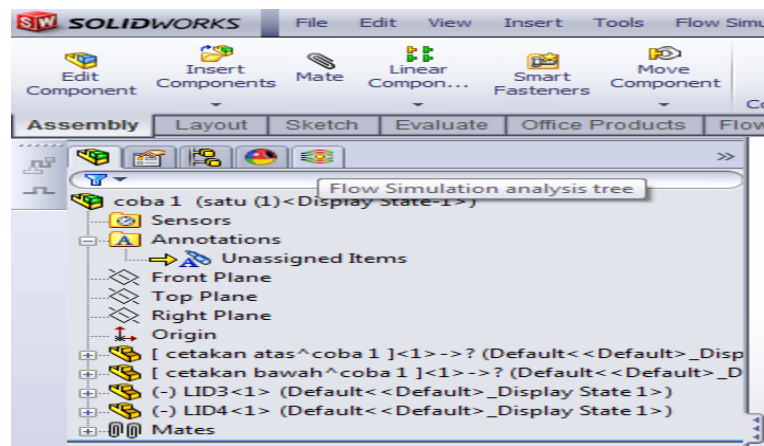
- Isi 0,15 untuk surface ruogness, klik next



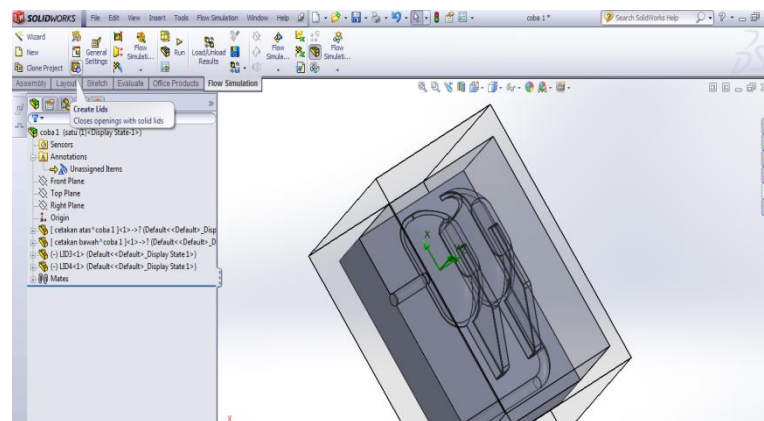
- isi 297 k untuk suhu ruangan, klik next

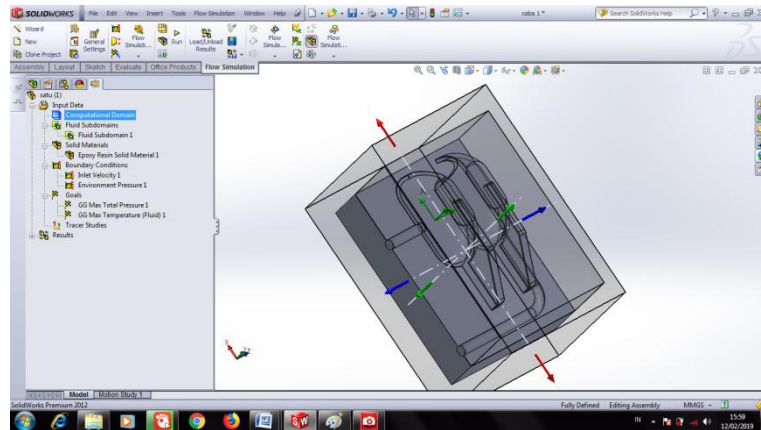


- Tingkat ketelitian tampilan, klik finish

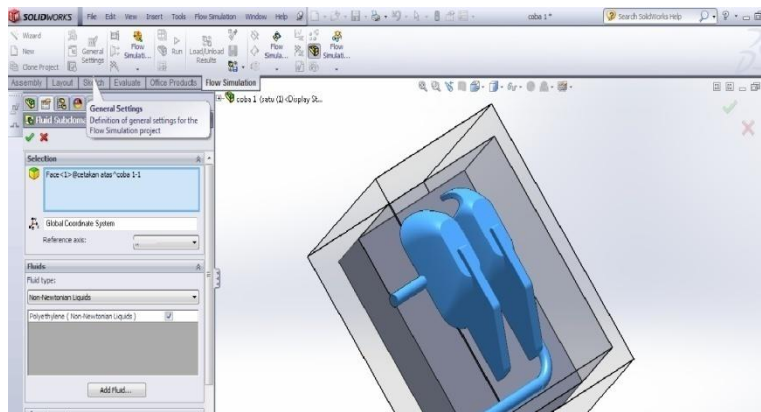


- Klik flow simulation, ok

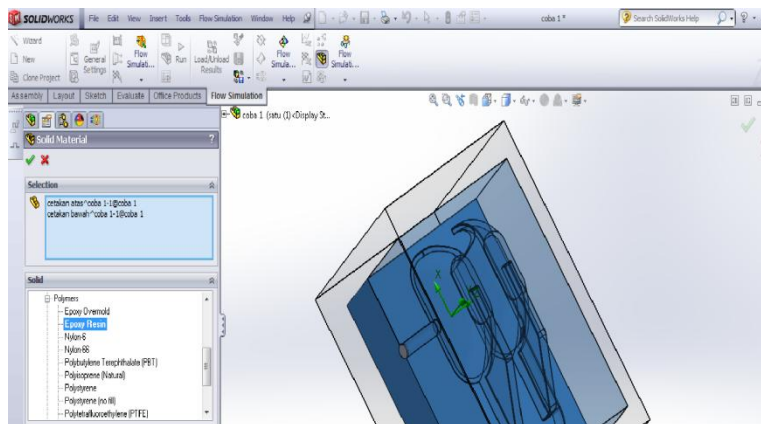




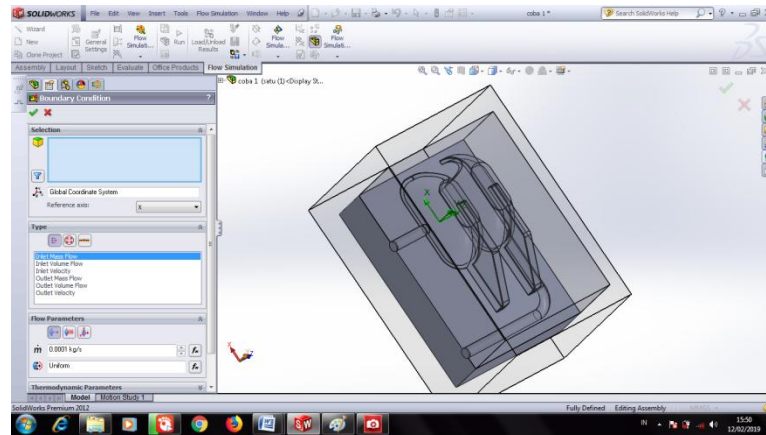
- Klik computation condition



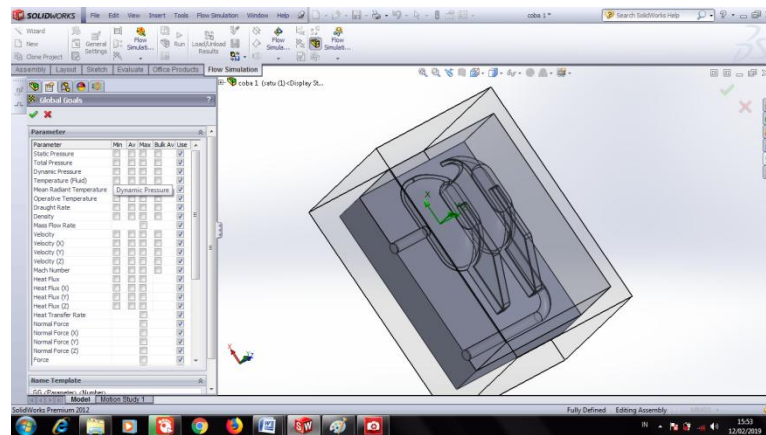
- Klik fluid subdomain



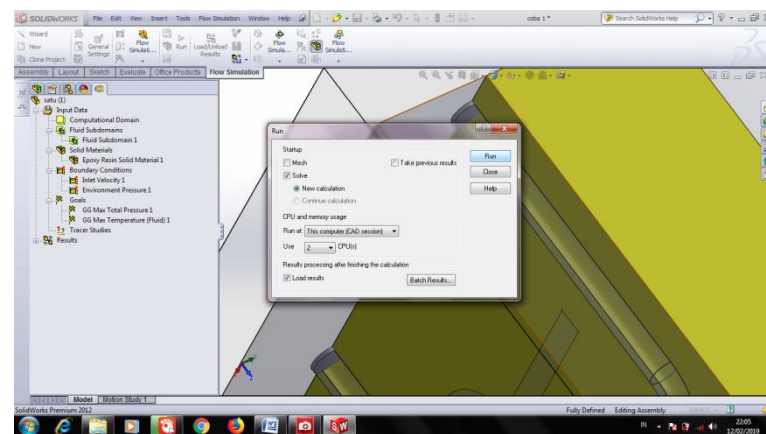
- Klik material solid, pilih acrylic



- Klik boundary condition

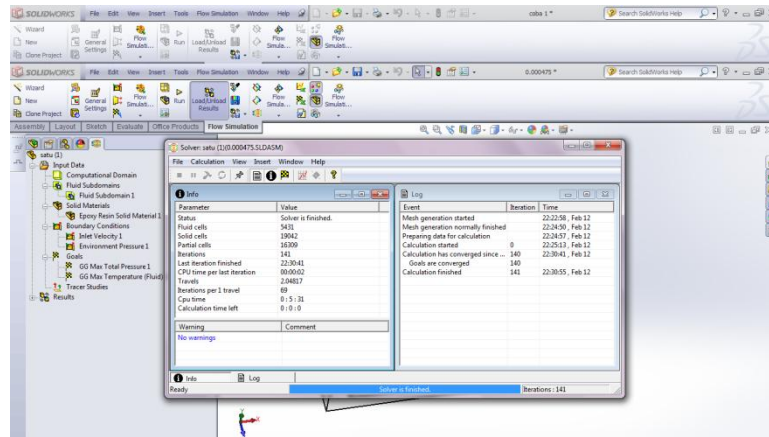


- Klik goals, ii barometer yang mau diketahui

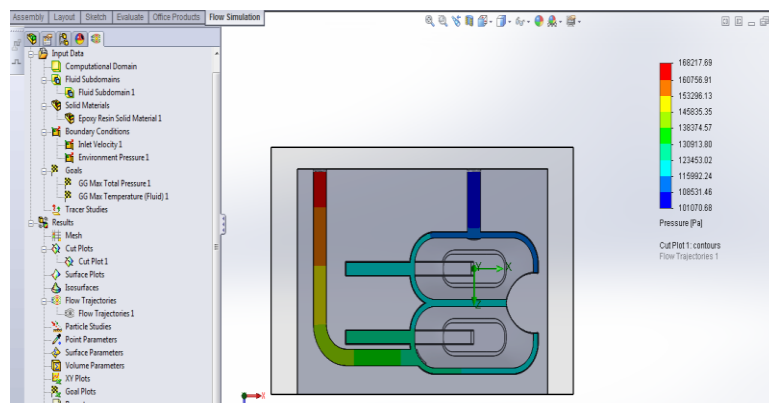


- Klik run

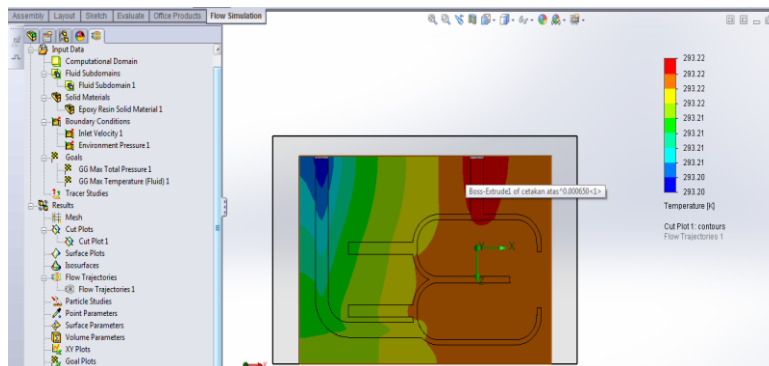




- Proses run



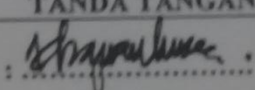
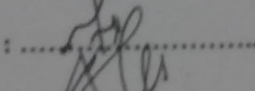
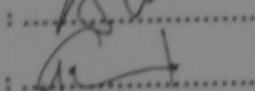
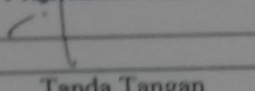
- visualisasi run pressure



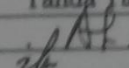
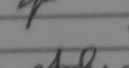
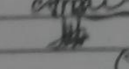
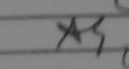
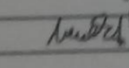
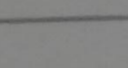
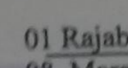
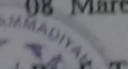
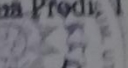
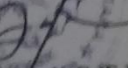
- visualisasi run temperature

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

Peserta Seminar  
 Nama : M.Amin  
 NPM : 1407230231  
 Judul Tugas Akhir : Analisa Numerik Aliran Pada Proses Pemuangan Resin Pada Sudu Turbin Pelton Menggunakan Software Solid-Works.

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing – I : Khairul Umurani.S.T.M.T			
Pembimbing – II : H.Muharnif.S.T.M.Sc			
Pemanding – I : Sudirman Lubis.S.T.M.T			
Pemanding – II : Chandra A Siregar.S.T.M.T			

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1207230099	Sandi Putra	
2	1207230036	INDRA HENDRIANSYAH SRG.	
3	1207230041	WANYUON KURNIAJI	
4	1407230196	ANDRE ANDANA	
5	1907230263	REZA SERTIYAWAN H.B	
6	1407230226	IQBAL YAMIN	
7	1407230227	ALFI SYAHRIH	
8	1407230197	Ahmar Wadikhasmoro	
9	1407230206	IKWANSYAH PUTRA	
10	1407230035	Sandi Irawan	

Medan, 01 Rajab 1440 H  
 08 Maret 2019 M

Ketua Prodi. T.Mesin  
  
 Alifandi.S.T.M.T

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : M.Amin  
NPM : 1407230231  
Judul T.Akhir : Analisa Numerik Aliran Pada Proses penuangan Resin Pada Sudu Turbin Pelton Menggunakan Software Solidworks.

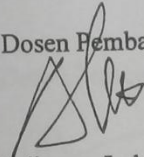
Dosen Pembimbing - I : Khairul Umurani.S.T.M.T  
Dosen Pembimbing - II : H.Muharnif.S.T.M.Sc  
Dosen Pembanding - I : Sudirman Lubis.S.T.M.T  
Dosen Pembanding - II : Chandra A Siregar.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
  - *kurang data dan*
  - *kurang tercapai*
3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

Medan 01 Rajab 1440H  
08 Maret 2019 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T.Mesin  
  
Affandi.S.T.M.T

Dosen Pembanding- I  
  
Sudirman Lubis.S.T.M.T

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

IAMA : M.Amin  
NPM : 1407230231  
Judul T.Akhir : Analisa Numerik Aliran Pada Proses penuangan Resin Pada Sudu Turbin Pelton Menggunakan Software Solidworks.

Dosen Pembimbing - I : Khairul Umurani.S.T.M.T  
Dosen Pembimbing - II : H.Muharnif.S.T.M.Sc  
Dosen Pemanding - I : Sudirman Lubis.S.T.M.T  
Dosen Pemanding - II : Chandra A Siregar.S.T.M.T

KEPUTUSAN

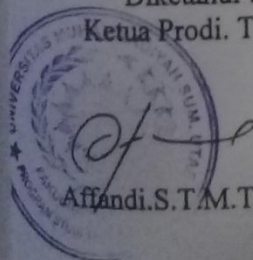
1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

..... *liberat buku tugas Aluhir* .....

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

Medan 01 Rajab 1440H  
08 Maret 2019 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T.Mesin



Affandi.S.T.M.T

Dosen Pemanding- II

*[Handwritten Signature]*  
Chandra A Siregar.S.,T.M.T

## LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Analisa Numerik Aliran Pada Proses Penuangan Resin Pada Cetakan Sudu  
Cetakan Sudu Turbin Pelton Menggunakan *software solidworks*

Nama : M.Amin  
NPM : 1407230231

Dosen Pembimbing 1 : Khairul Umurani, S.T., M.T  
Dosen Pembimbing 2 : H. Muharnif, S.T., MSc

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
		- Pemberian spesifikasi tugas	l
		- Perbincangan pendahuluan	l
		- Perbincangan Anjuman Pustaka	l
		- Perbincangan Metode	l
		- Lanjut ke pembantu 2.	l
		- Ambil Bab 2.	l
		- Bab ini di lengkapi.	l
		- Perbincangan daftar pustaka.	l
		- Aa, semua	l.

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### **DATA PRIBADI**

Nama : M. Amin  
Alamat : Jl.Mesjid, Dusun IV Percut  
Kec.percut Sei Tuan Kab.Deli Serdang  
Jenis kelamin : Laki – laki  
Umur : 29 Tahun  
Agama : Islam  
Status : Belum Menikah  
Tempat, Tgl. Lahir : Tembung, 04 Oktober 1989  
Tinggi/Berat Badan : 165 cm/50 Kg  
Kewarganegaraan : Indonesia  
No.Hp : 081246496891  
Email : aminmuhammad0410@gmail.com

### **ORANG TUA**

Nama Ayah : Abdul Muin  
Agama : Islam  
Nama Ibu : Siti Aisyah  
Agama : Islam  
Alamat : Jl.Mesjid, Dusun IV Percut  
Kec.percut Sei Tuan Kab.Deli Serdang

### **LATAR BELAKANG PENDIDIKAN**

1996-2002 : SDN 101770 Tembung  
2002-2005 : SMP Negeri 3 Percut Sei Tuan  
2005-2008 : SMA Negri 1 Percut Sei Tuan  
2014-2019 : Tercatat Sebagai Mahasiswa Program Studi Teknik  
Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah  
Sumatera Utara (UMSU)

### **PENGALAMAN ORGANISASI**

20015-2016 : Sekretaris Bidang Kader PK IMM FATEK UMSU  
20016-2017 : Ketua Bidang Kader PK IMM FATEK UMSU