



**TUGAS AKHIR ME 141501**

**PERENCANAAN IMPELLER POMPA SENTRIFUGAL  
BERDIAMETER 16 INCH PADA KAPAL CUTTER SUCTION  
DREDGER (CSD) DENGAN MENGGUNAKAN SOLIDWORK**

**Imam Purwa Adisasmita  
0421114000041**

**Dosen Pembimbing :  
Ir. Tony Bambang Musriyadi, PGD., MMT.**

**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018**

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



**FINAL PROJECT ME 141501**

**DESIGN OF 16 INCH DIAMETER CENTRIFUGAL PUMP  
IMPELLER IN CUTTER SUCTION DREDGER (CSD) SHIP  
USING SOLIDWORK**

**Imam Purwa Adisasmita  
0421114000041**

**Supervisor :  
Ir. Tony Bambang Musriyadi, PGD., MMT.**

**DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING  
Faculty of Marine Technology  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2018**

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## LEMBAR PENGESAHAN

### PERENCANAAN IMPELLER POMPA SENTIFUGAL BERDIAMETER 16 INCH PADA KAPAL CUTTER SUCTION DREDGER (CSD) DENGAN MENGGUNAKAN SOLIDWORK

#### SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada

Bidang Studi *Marine Machinery And Systems* (MMS)  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**Imam Purwa Adisasmita**  
NRP 0421114000041

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Skripsi :

Ir. Tony Bambang Musriyadi, PGD., MMT.

.....

**SURABAYA**  
**Juli, 2018**

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

# LEMBAR PENGESAHAN

## PERENCANAAN IMPELLER POMPA SENTIFUGAL BERDIAMETER 16 INCH PADA KAPAL CUTTER SUCTION DREDGER (CSD) DENGAN MENGGUNAKAN SOLIDWORK

### SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada  
Bidang Studi *Marine Machinery And Systems* (MMS)  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**Imam Purwa Adisasmita**  
NRP 04211140000041

Disetujui oleh Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan :



Dr. Eng Muhammad Badrus Zaman, ST., MT.  
NIP. 1977 0802 2008 01 1007

**SURABAYA**  
**Juli, 2018**

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



# PERENCANAAN IMPELLER POMPA SENTRIFUGAL BERDIAMETER 16 INCH PADA KAPAL CUTTER SUCTION DREDGER (CSD) MENGGUNAKAN SOLIDWORK

Nama Mahasiswa : Imam Purwa Adisasmita  
NRP : 04211140000041  
Departemen : Teknik Sistem Perkapalan  
Dosen Pembimbing : Ir. Tony Bambang Musriyadi., PGD.,MMT.

## Abstrak

Kapal *Cutter Suction Dredger* memiliki tabung yang berfungsi untuk menghisap dan memiliki kepala pemotong di pintu masuk penghisap. Pemotong ini digunakan untuk memotong material yang keras seperti kerikil dan batu. Material hasil kerukan tersebut kemudian dihisap oleh pompa sentrifugal. Pompa sentrifugal memegang peranan penting dalam proses pengerukan disamping kepala pemotong. Pada penelitian ini dilakukan perhitungan dimensi utama impeller dengan diameter 16 *inch* yang meliputi diameter poros impeller, diameter leher impeller, diameter mata impeller, diameter sisi masuk impeller, sudut masuk impeller, lebar haluan sisi masuk impeller, diameter sisi keluar impeller, sudut keluar impeller, dan jumlah sudu. Dan juga penggambaran model dengan menggunakan *Solidwork*. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan desain *impeller* dengan diameter 16 *inch*. Dari hasil perhitungan didapatkan dimensi utama dari impeller, antara lain : diameter poros impeller 57,8 mm, diameter leher impeller 80,92 mm, diameter mata impeller 203,58 mm, diameter sisi masuk impeller 230,05 mm, sudut masuk impeller  $10,48^{\circ}$ , lebar haluan sisi masuk impeller 57,51 mm, diameter sisi keluar impeller 400 mm, sudut keluar impeller  $14,85^{\circ}$ , dan jumlah sudu 5 buah.

**Kata kunci:** Pompa Sentrifugal, *Impeller*, Dimensi Utama

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

# DESIGN OF 16 INCH DIAMETER CENTRIFUGAL PUMP IMPELLER IN CUTTER SUCTION DREDGER (CSD) SHIP USING SOLIDWORK

*Student Name* : Imam Purwa Adisasmita  
*NRP* : 04211140000041  
*Department* : *Marine Engineering*  
*Supervisor* : Ir. Tony Bambang Musriyadi., PGD., MMT.

## **Abstract**

The Cutter Suction Dredger Ship has a cutter head at suction. This cutter is used for cutting hard material such as gravel and stone. The dredged material pump by a centrifugal pump. Centrifugal pump has an important function in dredging process beside the cutting head. In this research determines the main dimension of impeller with 16 inch diameter such as impeller shaft diameter, impeller hub diameter, impeller eye diameter, blade inlet angle, impeller inlet breath, impeller outlet diameter, blade outlet angle, and blade number. And also modelling using Solidwork. The research goal is get impeller design with 16 inch diameter of impeller. From the calculation results, the main dimensions of the impeller are impeller shaft diameter is 57.8 mm, impeller hub diameter is 80.92 mm, impeller eye diameter is 203.58 mm, impeller inlet diameter is 230.05 mm, blade inlet angle is  $10,48^{\circ}$ , impeller inlet breath is 57.51 mm, impeller outlet diameter is 400 mm, blade outlet angle is  $14.85^{\circ}$ , and blade number is 5.

**Keyword:** *Centrifugal Pump, Impeller, Main Dimension*

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillahirobbil'alamin*, puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“PERENCANAAN IMPELLER POMPA SENTRIFUGAL BERDIAMETER 16 INCH PADA KAPAL CUTTER SUCTION DREDGER (CSD) DENGAN MENGGUNAKAN SOLIDWORK”**

Laporan tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Departemen Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan baik moril maupun materiil sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan. Secara khusus penulis sampaikan terima kasih kepada:

1. Ayah, Ibu dan semua anggota keluarga penulis yang telah memberikan motivasi dan doa untuk penyelesaian tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Eng Muhammad Badrus Zaman, ST., MT. selaku Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK – ITS.
3. Bapak Ir. Tony Bambang Musriyadi, PGD., MMT. selaku dosen wali penulis dan dosen pembimbing tugas akhir.
4. Teman-teman dan segenap pengurus Laboratorium Marine Machinery And Systems (MMS) Departemen Teknik Sistem Perkapalan.
5. Teman-teman seperjuangan yang tak henti berjuang hingga mencapai tujuan akhir yang telah dicita-citakan, AMPIBI'11
6. Dan semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun akan sangat diharapkan oleh penulis. Akhir kata, semoga Allah SWT melimpahkan berkah dan rahmat-Nya kepada kita semua dan laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca maupun penulis untuk bahan studi dan review selanjutnya di masa mendatang. Aamiin.

Surabaya, Juli 2018

Penulis

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

# DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>ix</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	1
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penulisan .....	2
1.5 Manfaat Penulisan .....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>3</b>
2.1 <i>Cutter Suction Dredger (CSD)</i> .....	3
2.2 Pompa Sentrifugal .....	4
2.3 Karakteristik Pompa .....	5
2.4 <i>Impeller</i> .....	6
2.4.1 Jenis-jenis <i>Impeller</i> .....	7
2.4.2 Karakteristik Umum <i>Impeller</i> .....	11
2.5 Dimensi Utama <i>Impeller</i> .....	12
2.6 Sudu <i>Impeller</i> .....	15
2.7 <i>Solidwork</i> .....	17
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>21</b>
3.1 Identifikasi dan Perumusan masalah .....	21
3.2 Studi Literatur .....	21
3.3 Perhitungan Desain <i>Impeller</i> .....	21
3.4 Penggambaran Model <i>Impeller</i> .....	21
3.5 Analisa Data dan Pembahasan .....	22
3.6 Kesimpulan dan Saran .....	22
<b>BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>25</b>
4.1 Umum.....	25
4.2 Perhitungan Desain <i>Impeller</i> .....	25
4.3 Perhitungan Pelukisan Sudu <i>Impeller</i> .....	31
4.4 Penggambaran Model dengan <i>Solidwork</i> .....	32
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>39</b>
5.1 Kesimpulan .....	39
5.2 Saran .....	39
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>41</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>43</b>

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Cutter Suction Dredger (CSD)</i> .....	3
Gambar 2.2 Ilustrasi Pompa Sentrifugal.....	4
Gambar 2.3 Model <i>Impeller</i> berdasarkan kecepatan spesifik.....	6
Gambar 2.4 <i>Impeller</i> Tertutup.....	7
Gambar 2.5 <i>Impeller</i> Terbuka.....	8
Gambar 2.6 <i>Impeller</i> Semi-Terbuka.....	8
Gambar 2.7 <i>Impeller</i> Aliran Radial.....	9
Gambar 2.8 <i>Impeller</i> Aliran Aksial.....	9
Gambar 2.9 <i>Impeller</i> kombinasi aksial dan radial terbuka.....	10
Gambar 2.10 <i>Impeller</i> single suction.....	10
Gambar 2.11 <i>Impeller</i> double suction.....	11
Gambar 2.12 Dimensi Utama <i>Impeller</i> .....	12
Gambar 2.13 Pelukisan Sudu <i>Impeller</i> .....	15
Gambar 2.14 Tampilan Solidwork.....	18
Gambar 2.15 Gambar hasil solidwork.....	19
Gambar 3.1 <i>Flow Chart</i> Metodologi.....	23
Gambar 4.1 Dimensi Utama <i>Impeller</i> .....	25
Gambar 4.2 Hub <i>Impeller</i> .....	32
Gambar 4.3 Penggambaran lingkaran konsentris.....	32
Gambar 4.4 Pelukisan Sudu dari lingkaran konsentris pertama Dan kedua.....	33
Gambar 4.5 Pelukisan Sudu dari lingkaran konsentris ketiga Dan keempat.....	34
Gambar 4.6 Lengkungan Sudu <i>Impeller</i> .....	34
Gambar 4.7 Sudu <i>Impeller</i> .....	35
Gambar 4.8 <i>Impeller</i> dengan 5 sudu.....	35
Gambar 4.9 Tampak Samping <i>Impeller</i> .....	36
Gambar 4.10 Tampak Depan <i>Impeller</i> .....	37
Gambar 4.11 Gambar 3D <i>Impeller</i> .....	37

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Dimensi Utama Impeller.....	31
Tabel 4.2 Perhitungan nilai $\rho$ .....	31

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam industri eksploitasi energi pengerukan (*dredger*) memegang peranan sangat penting. Hal ini dimaksudkan agar kedalaman lautan di Indonesia tetap terjaga kedalamannya sehingga memungkinkan kapal-kapal besar dapat bersandar. Karakteristik dari sebuah kapal keruk hisap yaitu terdiri dari *pontoon*, pompa dan pipa hisap. Pembuangan dari pengerukan 2 yaitu melalui saluran pipa atau melalui kapal – kapal *burge*. Penggalan material atau soil dilakukan dengan pengerukan dengan menggunakan metode *erosi* yaitu digunakan untuk material yang tidak padat atau aliran hisap. Sedangkan untuk material yang mempunyai kepadatan yang keras maka dilakukan penghancuran terlebih dulu atau *cutting* agar material tersebut dapat dihisap. Metode pengerukan yang sering dipakai saat ini dan termasuk metode yang paling praktis digunakan adalah metode *cutter section dredger* (CSD).

Di sebuah *cutter-suction dredger* atau CSD, tabung penghisap memiliki kepala pemotong di pintu masuk penghisap. Pemotong dapat pula digunakan untuk material keras seperti kerikil atau batu. Material yang dikeruk biasanya diisap oleh pompa pengisap sentrifugal dan dikeluarkan melalui pipa atau ke tongkang. Pompa sentrifugal memegang peranan penting dalam proses pengerukan disamping kepala pemotong. Berbagai macam jenis pompa sentrifugal telah dirancang dan digunakan pada *cutter-suction dredger*. Akan tetapi, proses desain dan prediksi kinerja pompa tersebut masih sulit diprediksikan, terutama karena sebagian besar parameter geometrisnya bebas dan merupakan efek yang tidak bisa secara langsung dievaluasi. Biaya yang signifikan dan waktu proses *trial-and-error* dengan membangun dan menguji prototipe fisik akan mengurangi *margin* keuntungan produsen pompa.

Untuk alasan analisis, Solidwork ini digunakan dalam tahap perancangan dan konstruksi *impeller* pompa. Penggunaannya mampu mengurangi biaya pengembangan secara signifikan pada perancangan pompa baru. Oleh karena itu, maka dilakukan suatu penelitian yang menjadikan dasar skripsi yaitu merencanakan desain *impeller* berdiameter 16 inch untuk diaplikasikan pada *cutter suction dredger* dengan menggunakan Solidwork.

### 1.2 Perumusan Masalah

Dari uraian di atas maka permasalahan utama yang akan dibahas adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana menentukan dimensi utama sebuah *impeller* pompa sentrifugal dengan diameter 16 *inch*?
2. Bagaimana proses penggambaran model *impeller* menggunakan Solidwork?

### **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Diameter *impeller* 16 *inch*
2. Tidak dilakukan analisa dari segi ekonomis

### **1.4 Tujuan**

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan desain *impeller* pompa sentrifugal dengan diameter 16 *inch* pada kapal keruk tipe *cutter suction*.

### **1.5 Manfaat**

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah :

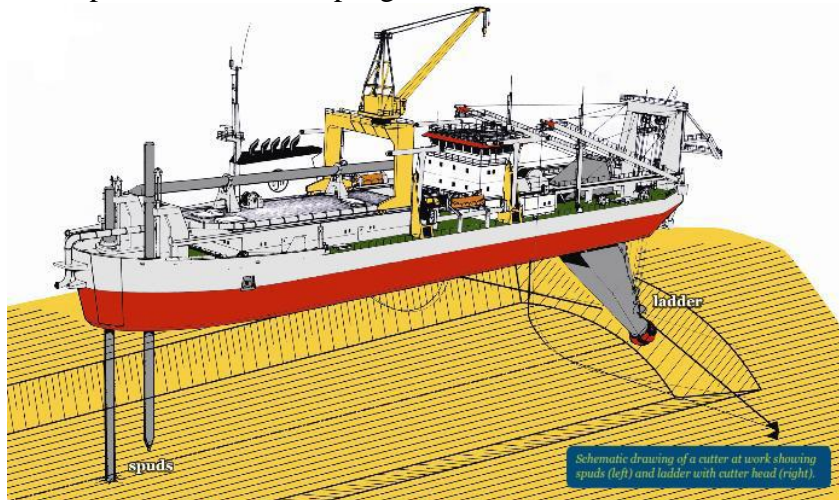
1. Mengetahui perhitungan dimensi utama dari suatu desain *impeller*.
2. Mengetahui proses penggambaran model *impeller* dengan menggunakan *Solidworks*.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Cutter Suction Dredger (CSD)

Kapal keruk atau dredger ship adalah kapal yang memiliki peralatan khusus yang digunakan untuk proses pengerukan. Kapal ini digunakan berbagai macam kebutuhan di maritim antara lain yaitu kebutuhan di suatu pelabuhan, rute dari pelayaran, dan industri lepas pantai. Salah satu jenis kapal keruk adalah *cutter section dredger* (CSD). Pada sebuah *cutter-suction dredger* atau CSD, tabung penghisap memiliki kepala pemotong di pintu masuk penghisap. Pemotong dapat pula digunakan untuk material keras seperti kerikil atau batu. Material yang dikeruk biasanya diisap oleh pompa penghisap sentrifugal dan dikeluarkan melalui pipa atau ke tongkang. CSD dengan pemotong yang lebih kuat telah dibangun beberapa tahun terakhir, digunakan untuk memotong batu tapi peledakan. CSD memiliki dua buah *spud can* di bagian belakang serta dua *jangkar* di bagian depan kiri dan kanan. Spud can berguna sebagai poros bergerak CSD, dua jangkar untuk menarik ke kiri dan kanan.

Kelebihan dari metode pengerukan cutter section dradger antara lain, metode ini merupakan metode yang pembangunanya sangat murah, *cutter suction* sangat *movable* untuk daerah dengan medan yang sulit maupun akses yang sempit seperti rawa rawa dan muara sungai karena sarat yang rendah dalam pengoperasiannya dan efisien karena mampu dioperasikan selama 24 jam *nonstop* dan optimal dalam hasil pengerukan.

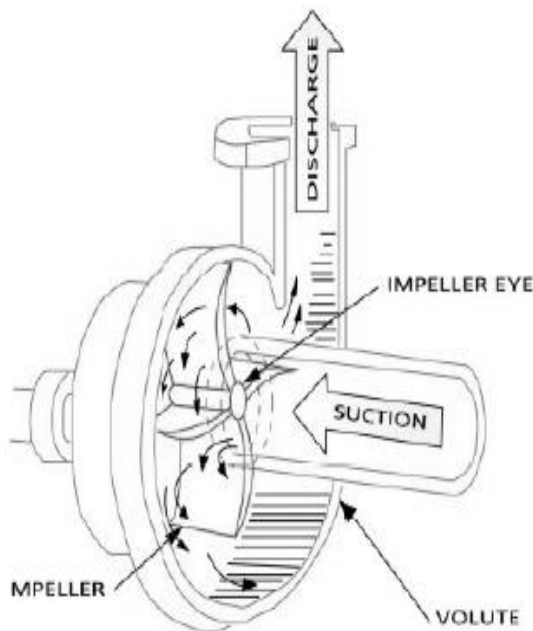


**Gambar 2.1** *Cutter Suction Dredger*  
Sumber : Jurnal Konstruksia Desember 2014

## 2.2 Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal adalah mesin atau peralatan yang digunakan untuk memberikan energi pada fluida (cairan) berdasarkan gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh impeller yang di putar. Sehingga cairan dapat dipindahkan atau dipindahkan dari tempat tertentu ke tempat yang lain. Karena menerima energi melalui impeller, kecepatan fluida akan naik. Energi kinetik ini kemudian dikonversi menjadi energi tekan oleh rumah pompa (casing) yang berbentuk spiral (volute) atau pompa sentrifugal atau sudu-sudu tetap (diffuser) yang mengelilingi impeller, sehingga cairan keluar dari pompa dengan kecepatan yang rendah.

Prinsip kerja dan operasi pompa sentrifugal yaitu langkah awal melakukan proses *priming* (memancing). Hal yang dilakukan di dalam proses priming adalah mengisi cairan pada pipa hisap dan rumah pompa, sehingga tidak terdapat kantong udara. Kemudian selanjutnya memutar impeller. Perputaran impeller menyebabkan gaya sentrifugal pada cairan. Perputaran impeller menyebabkan menurunnya tekanan pada pusat impeller. Hal ini menyebabkan cairan pada pipa hisap mengalir ke impeller.



**Gambar 2.2** Ilustrasi Pompa Sentrifugal  
**Sumber :** Modul Praktikum Mesin Fluida 2011



### 2.3 Karakteristik Pompa

*Head* total pemompaan adalah sama dengan pertambahan energi fluida antara sisi masuk (*inlet*) dan ujung sisi keluar (*outlet*). *Head* adalah ukuran kemampuan pompa untuk mendorong fluida mengalir melalui sistem. Pada dasarnya *head* total adalah dari dua *head* yaitu *head* statis dan *head* dinamis.

- Head* Statis adalah *Head* yang besarnya tidak terpengaruh oleh besarnya kecepatan aliran (debit).
- Head* Dinamis adalah *Head* yang dipengaruhi oleh kecepatan aliran.

*Head* total pompa yang harus disediakan untuk mengalirkan jumlah cairan seperti direncanakan, dapat ditentukan dari kondisi instalasi yang akan dilayani oleh pompa. *Head* total pompa dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut (Sularso, 2004):

$$H = H_s + \Delta H_p + H_l + \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots (1)$$

Dengan:

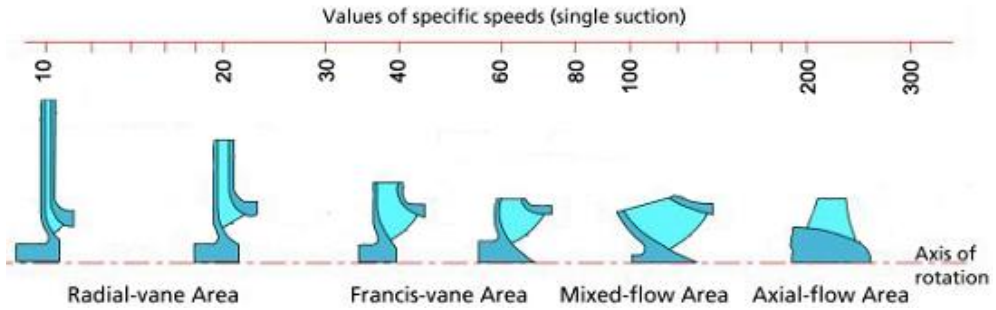
- H = *Head* total pemompaan [m]
- hst = *Head* statis total [m]
- $\Delta h_p$  = Perbedaan *head* tekanan pada permukaan fluida [0 m]
- hl = *Head* kerugian total [m]
- $V^2/2.g$  = *Head* kecepatan keluar [m]
- g = Percepatan gravitasi [ $m/s^2$ ]

Spesifikasi pompa dari perhitungan *head* total pompa dan kapasitas pemompaan dapat digunakan dalam pemilihan jenis pompa yang akan digunakan. Hal yang perlu di perhitungkan dalam pompa adalah kecepatan spesifik, karena akan menentukan jenis dari *impeller*. Pompa-pompa yang sebangun memiliki bentuk *impeller* yang sama maka akan memiliki kecepatan spesifik yang sama meskipun ukuran dan putarannya berbeda. Kecepatan spesifik dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut:

$$n_s = \frac{n\sqrt{Q}}{H^{\frac{3}{4}}} \dots \dots \dots (2)$$

Dengan:

- $n_s$  = Kecepatan spesifik [rpm]
- n = Putaran poros pompa [rpm]
- Q = Kapasitas pemompaan [ $m^3/s$ ]
- H = *Head* total pompa [m]



**Gambar 2.3** Model *Impeller* berdasarkan kecepatan spesifik

Putaran dapat ditentukan berdasarkan penggerak mulanya. Dalam perencanaan ini penggerak mulanya direncanakan menggunakan motor *syncron*, dan dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Igor J. Karassik, 1976):

$$n = \frac{120f}{P} \dots\dots\dots(3)$$

Dengan:

- n = Putaran standart motor syncron [rpm]
- f = Frekuensi listrik [50 Hz]
- P = Jumlah kutup, diambil [2 pole]

Dengan memperhatikan dan memperhitungkan adanya faktor *slip* dari motor listrik sebesar 1 % – 2 % dari putaran pompa, maka putaran pompa menjadi lebih rendah. sehingga putaran pompa menjadi:

$$n_p = n_{syn} - \text{kerugian slip} \dots\dots\dots(4)$$

Dengan :

- np = Putaran pompa [rpm]
- nsyn = Putaran standar motor *syncron* [3000 rpm]

**2.4 Impeller**

*Impeller* adalah komponen yang berputar dari pompa sentrifugal, biasanya terbuat dari besi, baja, perunggu, kuningan, aluminium atau plastik, yang memindahkan energi dari motor yang menggerakkan pompa yang dipompa dengan mempercepat cairan keluar dari pusat rotasi. Kecepatan yang dicapai oleh transfer *impeller* ke tekanan saat gerakan luar cairan yang dibatasi oleh *casing* pompa. *Impeller* biasanya silinder pendek dengan *inlet* terbuka (disebut mata) untuk menerima cairan yang masuk, baling-baling untuk mendorong

cairan radial, dan *splined*. *Impeller* terbuat dari bahan cor, dalam banyak kasus dapat disebut *rotor* juga.

### 2.4.1 Jenis-jenis *Impeller*

#### 2.4.1.1 Jenis *Impeller* Berdasarkan Konstruksinya

##### 1. *Impeller* Tertutup (Closed *Impeller*)

*Impeller* Tertutup merupakan *impeller* yang memiliki baling-baling yang ditutupi oleh mantel (penutup) pada kedua sisinya. Biasanya digunakan untuk pompa air, dimana baling-baling seluruhnya mengurung air. Hal ini mencegah perpindahan air dari sisi pengiriman ke sisi penghisapan, yang akan mengurangi efisiensi pompa. Dalam rangka untuk memisahkan ruang pembuangan dari ruang penghisapan, diperlukan sebuah sambungan yang bergerak diantara *impeller* dan wadah pompa.

Digunakan untuk fluida cair yang memiliki viskositas rendah dan memiliki efisiensi tinggi.



**Gambar 2.4** *Impeller* Tertutup  
Sumber : [www.engineersedge.com](http://www.engineersedge.com)

##### 2. *Impeller* Terbuka (Open *Impeller*)

*Impeller* Terbuka merupakan *Impeller* yang memiliki baling-baling yang tidak ditutupi oleh mantel (cover plate) pada kedua sisinya. *Impeller* terbuka kemungkinan tersumbatnya kecil. Akan tetapi untuk menghindari terjadinya penyumbatan melalui resirkulasi internal, volute atau back-plate pompa harus diatur secara manual untuk mendapatkan setelan *impeller* yang benar. Digunakan untuk fluida cair yang memiliki viskositas tinggi.



**Gambar 2.5** Impeller Terbuka  
**Sumber :** [www.engineersedge.com](http://www.engineersedge.com)

### 3. Impeller Semi-terbuka (Semi-Open Impeller)

Impeller Semi-terbuka merupakan Impeller yang dibangun dengan pelat bundar (web) yang melekat pada satu sisi dari pisau (blade). Impeller telah terpasang pada pelat melingkar kedua sisi dari pisau. Impeller ini memiliki resiko penyumbatan yang kecil dan menghasilkan efisiensi yang cukup baik, walaupun tidak sebaik impeller tertutup. Dan impeller jenis ini memiliki harga yang lebih murah bila dibandingkan dengan impeller tertutup.



**Gambar 2.6** Impeller Semi-terbuka  
**Sumber :** [www.engineersedge.com](http://www.engineersedge.com)

#### 2.4.1.2 Jenis Impeller Berdasarkan Arah Aliran

##### 1. Impeller Aliran Radial

Impeller aliran radial merupakan impeller yang fluidanya mengalir melalui sudu impeller akan dipindahkan secara radial. Impeller ini digunakan untuk memompakan cairan dengan kapasitas besar dengan total head yang relatif rendah.



**Gambar 2.7** Impeller aliran radial  
**Sumber :** *www.bgce.de*

2. Impeller Aliran Aksial

Impeller aliran aksial merupakan impeller yang menggerakkan fluida sepanjang permukaan silinder ke luar. Impeller ini digunakan untuk memompakan cairan dengan kapasitas besar dengan total head yang relatif tinggi.



**Gambar 2.8** Impeller aliran aksial  
**Sumber :** *news.thomasnet.com*

3. Impeller Kombinasi Aksial dan Radial

Impeller ini merupakan impeller kombinasi antara impeller aliran radial dan aksial, impeller jenis ini memiliki konstruksi terbuka dan tertutup. Impeller ini digunakan untuk memompakan cairan dengan

kapasitas besar dengan total head yang relatif rendah dibandingkan dengan radial impeller tapi lebih tinggi daripada aksial impeller. Impeller ini dapat terbuka dan tertutup.



**Gambar 2.9** Impeller kombinasi aksial dan radial terbuka

**Sumber :** [www.indiamart.com](http://www.indiamart.com)

#### 2.4.1.3 Jenis impeller berdasarkan isapannya

##### 1. Isapan tunggal

Impeller isapan tunggal merupakan impeller fluida cairnya memasuki pusat baling-baling hanya dari satu arah. Impeller ini digunakan untuk pompa dengan konstruksi yang sederhana. Memiliki satu lubang suction saja, sehingga kapasitas air yang masuk lebih kecil bila dibandingkan dengan isapan ganda dengan ukuran yang sama.



**Gambar 2.10** Impeller single suction

**Sumber :** [www.shinkohir.co.jp](http://www.shinkohir.co.jp)

##### 2. Isapan ganda

Impeller isapan ganda merupakan impeller yang fluida cairnya masuk ke tengah impeller blades dari kedua belah pihak secara bersamaan. Memiliki 2 buah impeller yang dipasang secara sejajar.

Impeller ini memiliki poros yang lebih panjang bila dibandingkan dengan impeller isapan tunggal dan untuk ukuran yang sama memiliki kapasitas air yang masuk lebih besar.



**Gambar 2.11** Impeller double suction  
**Sumber :** *www.manciniconsulting.com*

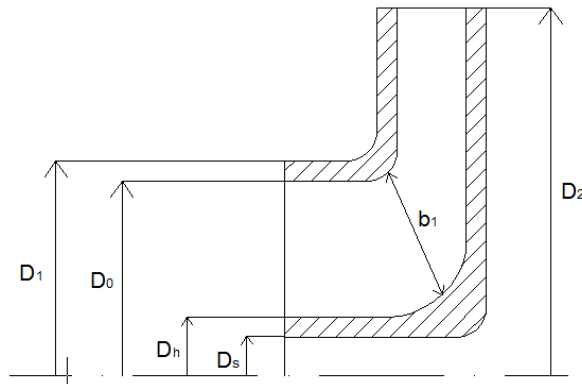
#### **2.4.2 Karakteristik Umum Impeller**

1. Pada kecepatan aliran tinggi di daerah stabil dari kurva karakteristik head dekat titik efisiensi, propeller dengan lima sudu menghasilkan head yang besar dari pada empat impeller.
2. Semakin besar diameter impeller semakin besar energi yang dihasilkan sehingga energi mekanik yang diberikan pada fluida semakin besar.
3. Semakin luas penampang sudu-sudu propeller, semakin luas pula daerah yang memberikan energi pada fluida tetapi beban yang didapat juga semakin besar.
4. Semakin banyak sudu pada impeller maka beban sudu akibat tumbukan fluida dapat distribusikan secara merata, tetapi kecepatan semakin menurun
5. Impeller dengan sudu lengkung digunakan untuk menghasilkan gaya sentrifugal pada fluida, sedangkan pada sudu lurus digunakan untuk mempercepat aliran (energi kinetik).

## 2.5 Dimensi Utama Impeller

Dimensi utama impeller merupakan hal sangat penting dalam perencanaan impeller dan juga memudahkan dalam proses penggambaran model impeller. Perhitungan dimensi utama impeller diperlukan untuk memperoleh ukuran-ukuran utama dari impeller. Dimensi utama dari impeller ini digunakan sebagai acuan dalam penggambaran model impeller, antara lain :

1. Diameter Poros Impeller
2. Diameter Leher Impeller
3. Diameter Mata Impeller
4. Diameter Sisi Masuk Impeller
5. Sudut Masuk Impeller
6. Lebar Haluan Sisi Masuk Impeller
7. Sudut Keluar Impeller
8. Jumlah Sudu



**Gambar 2.12** Dimensi Utama Impeller

Perhitungan Desain Impeller sebagai berikut.

1. Diameter Poros Impeller

$$D_s = \sqrt[3]{\frac{5.1}{\tau_a}} \times Kt \times Cb \times T \dots \dots \dots (5)$$

Dengan :

- $D_s$  = Diameter Poros Impeller [mm]
- $Kt$  = Faktor Kejutan (1,5 - 3)
- $Cb$  = Faktor Lenturan (1,2 - 2,3)
- $T$  = Momen Puntir [kg/mm]
- $\tau_a$  = Tegangan Geser yang diijinkan [kg/mm<sup>2</sup>]



## 2. Diameter Leher Impeller

$$D_h = (1,3-1,4) \times D_s \dots \dots \dots (6)$$

Dengan :

$D_h$  = Diameter Leher Impeller [m]

$D_s$  = Diameter Poros Impeller [m]

## 3. Diameter Mata Impeller

$$D_0 = 4,5 \times \sqrt[3]{\frac{Q}{n}} \dots \dots \dots (7)$$

Dengan :

$D_0$  = Diameter Mata Impeller [m]

$Q$  = Kapasitas Pompa [ $m^3/s$ ]

$n$  = Putaran [rpm]

## 4. Diameter Sisi Masuk Impeller

$$D_1 = (1,1-1,15) \times D_0 \dots \dots \dots (8)$$

Dengan :

$D_1$  = Diameter Sisi Masuk Impeller [m]

$D_0$  = Diameter Mata Impeller [m]

## 5. Kecepatan Keliling Masuk Fluida pada Impeller

$$U_1 = \frac{\pi \times D_1 \times n}{60} \dots \dots \dots (9)$$

Dengan :

$U_1$  = Kecepatan Keliling Masuk Fluida [m/s]

$D_1$  = Diameter Sisi Masuk Impeller [m]

$n$  = Putaran [rpm]

## 6. Sudut Masuk Impeller

$$\tan\beta_1 = \frac{V_1}{U_1} \dots\dots\dots(10)$$

Dengan :

- $\beta_1$  = Sudut Masuk Impeller
- $V_1$  = Kecepatan Absolut Fluida [m/s]
- $U_1$  = Kecepatan Keliling Masuk Fluida [m/s]

## 7. Lebar Haluan Sisi Masuk Impeller

$$b_1 = \frac{Q}{\pi \times D_1 \times V_1} \dots\dots\dots(11)$$

Dengan :

- $b_1$  = Lebar Haluan Sisi Masuk Impeller [m]
- $Q$  = Kapasitas Pompa [m<sup>3</sup>/s]
- $D_1$  = Diameter Sisi Masuk Impeller [m]
- $V_1$  = Kecepatan Absolut Fluida [m/s]

## 8. Kecepatan Relatif pada Sisi Masuk

$$V_{r1}^2 = V_1^2 + U_1^2 \dots\dots\dots(12)$$

Dengan :

- $V_{r1}$  = Kecepatan Relatif Fluida pada Sisi Masuk [m/s]
- $V_1$  = Kecepatan Absolut Fluida [m/s]
- $U_1$  = Kecepatan Keliling masuk Fluida [m/s]

## 9. Kecepatan Keliling Keluar Impeller

$$U_2 = \frac{\pi \times D_2 \times n}{60} \dots\dots\dots(13)$$

Dengan :

- $U_2$  = Kecepatan Keliling Keluar Fluida [m/s]
- $D_2$  = Diameter Sisi Keluar Impeller [m]
- $n$  = Putaran [m]

## 10. Sudut Keluar Impeller

$$\tan\beta_2 = \frac{V_{f2}}{U_2 - V_{w2}} \dots\dots\dots(14)$$

Dengan :

$\beta_2$  = Sudut Masuk Impeller

$V_{f2}$  = Kecepatan Fluida [m/s]

$U_2$  = Kecepatan Keliling masuk Fluida [m/s]

## 11. Jumlah Sudu

$$z = 6,5 \times \frac{D_2 + D_1}{D_2 - D_1} \times \sin\frac{(\beta_1 + \beta_2)}{2} \dots\dots\dots(16)$$

Dengan :

$z$  = Jumlah Sudu

$\beta_1$  = Sudut Masuk Impeller

$D_1$  = Diameter Sisi Masuk Impeller [m]

$\beta_2$  = Sudut Keluar Impeller

$D_2$  = Diameter Sisi Keluar Impeller [m]

## 2.6 Sudu Impeller

Dalam pelukisan bentuk sudu impeller dapat dilakukan dengan metode Circular Arc. Metode Circular Arc menghasilkan efisiensi yang lebih besar dibandingkan dengan metode Point by Point (Ragoth & Nataraj, 2013). Metode ini membagi impeller menjadi lingkaran-lingkaran konsentris untuk memudahkan pelukisan sudu. Jarak antar lingkaran yang dibagi tidak perlu sama.



**Gambar 2.13** Pelukisan Sudu Impeller

$$\rho = \frac{R_b^2 - R_a^2}{2(R_b \cos \beta_b - R_a \cos \beta_a)} \dots \dots \dots (17)$$

Dengan :

$\rho$  = Jari-jari busur bentuk sudu impeller

$R_a$  = Jari-jari lingkaran konsentris awal

$R_b$  = Jari-jari lingkaran konsentris awal

$\beta_a$  = Sudut kemiringan sudu pada  $R_a$

$\beta_b$  = Sudut kemiringan sudu pada  $R_b$

## 2.7 Computational Fluid Dynamics

CFD merupakan analisa sistem yang melibatkan aliran fluida, perpindahan panas, dan fenomena yang terkait lainnya seperti reaksi kimia dengan menggunakan simulasi komputer. Metode ini meliputi fenomena yang berhubungan dengan aliran fluida seperti sistem *liquid* dua fase, perpindahan massa dan panas, reaksi kimia, dispersi gas atau pergerakan partikel tersuspensi.

Secara umum kerangka kerja CFD meliputi formulasi persamaan-persamaan *transport* yang berlaku, formulasi kondisi batas yang sesuai, pemilihan atau pengembangan kode-kode komputasi untuk mengimplementasikan teknik numerik yang digunakan. Suatu kode CFD terdiri dari tiga elemen utama yaitu *pre-processor*, *solver* dan *post processor*.

### 1. Pre-processor

*Pre-processor* meliputi masukan dari permasalahan aliran ke suatu program CFD dan transformasi dari masukan tersebut ke bentuk yang cocok digunakan oleh *solver*. Langkah-langkah dalam tahap ini adalah sebagai berikut :

- Pendefinisian geometri yang dianalisa
- *Mesh generation*, yaitu pembagian daerah *domain* menjadi bagian-bagian lebih kecil yang tidak tumpang tindih
- Seleksi fenomena fisik dan kimia yang perlu dimodelkan
- Pendefinisian properti fluida
- Pemilihan *boundary condition* (kondisi batas) pada kontrol *volume* atau sel yang berhimpit dengan batas *domain*
- Penyelesaian permasalahan aliran (kecepatan, tekanan, temperatur dan sebagainya) yang didefinisikan pada titik nodal dalam setiap sel. Keakuratan penyelesaian CFD ditentukan oleh jumlah sel dalam *grid*

### 2. Solver

*Solver* dapat dibedakan menjadi tiga jenis yaitu *finite difference*, *finite element* dan *metode spectral*. Secara umum metode *numeric 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. Pada proses *solver*, terdapat 3 persamaan atur aliran fluida yang menyatakan hukum kekekalan fisika, yaitu : 1) massa fluida kekal; 2) laju perubahan momentum sama dengan resultansi gaya pada partikel fluida (Hukum II Newton); 3) laju perubahan energi sama dengan resultansi laju panas yang ditambahkan dan laju kerja yang diberikan pada partikel fluida (Hukum I Termodinamika).

### 3. *Post-Processor*

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

- *Domain* geometri dan *display*
- *Plot vector*
- *Plot contour*
- *Plot 2D dan 3D surface*
- *Particle tracking*
- Manipulasi tampilan (translasi, skala dan sebagainya)
- Animasi *display* hasil dinamik

Dalam simulasi, model-model yang digunakan didiskretisasi dengan metode formulasi dan diselesaikan dengan menggunakan bermacam-macam algoritma numerik. Metode diskretisasi dan algoritma yang terbaik digunakan tergantung dari tipe masalah dan tingkat kedetailan yang dibutuhkan.

## 2.8 *SolidWorks*

SolidWorks merupakan software CAD 3D yang digunakan untuk membuat desain produk dari yang sederhana sampai yang kompleks seperti roda gigi, casing, mesin mobil, dan lain sebagainya. Software ini merupakan salah satu opsi diantara design software lainnya antara lain : catia, inventor, Autocad, dll. Software ini memiliki kelebihan prosesnya lebih cepat daripada harus menggunakan autocad. File dari solidwork ini bisa di ekspor ke software analisis semisal Ansys, FLOVENT, dll. desain kita juga bisa disimulasikan, dianalisis kekuatan dari desain secara sederhana, maupun dibuat animasinya. SolidWorks dalam penggambaran / pembuatan model 3D menyediakan feature-based, parametric solid modeling. Feature- based dan parametric ini yang akan

sangat mempermudah bagi usernya dalam membuat model 3D. karena hal ini akan membuat kita sebagai user bisa membuat model sesuai dengan intuisi kita. SolidWorks menyediakan 3 templates utama yaitu:

### 1. Part

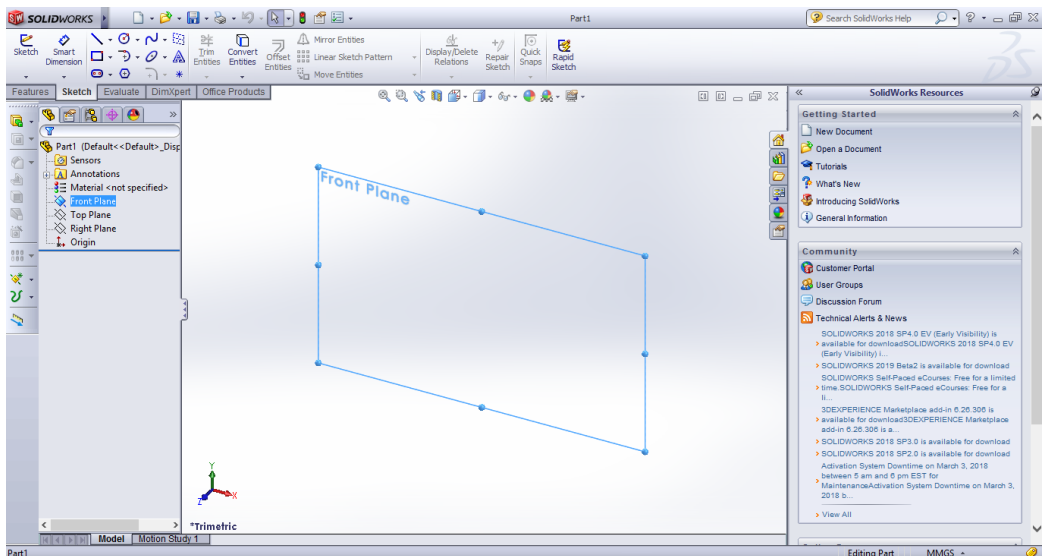
Adalah sebuah object 3D yang terbentuk dari feature – feature. Sebuah part bisa menjadi sebuah komponen pada suatu assembly, dan juga bisa digambarkan dalam bentukan 2D pada sebuah drawing. Feature adalah bentukan dan operasi – operasi yang membentuk part. Base feature merupakan feature yang pertama kali dibuat. Extension file untuk part SolidWorks adalah .SLDPRT.

### 2. Assembly

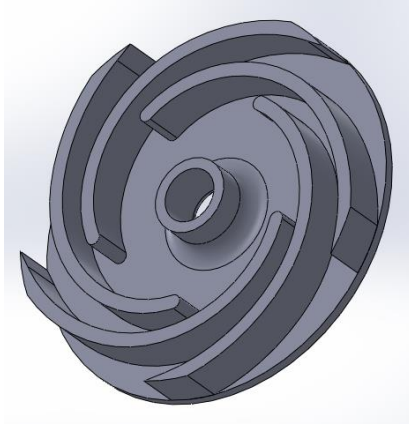
Adalah sebuah document dimana parts, feature dan assembly lain(Sub Assembly) dipasangkan/ disatukan bersama. Extension file untuk SolidWorks Assembly adalah .SLDASM.

### 3. Drawing

Adalah tempates yang digunakan untuk membuat gambar kerja 2D/2D engineering Drawing dari single component ( part ) maupun Assembly yang sudah kita buat. Extension file Untuk SolidWorks Drawing adalah .SLDDRW.



**Gambar 2.14** Tampilan Solidwork



**Gambar 2.15** Gambar hasil solidwork

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## **BAB III METODOLOGI**

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini memerlukan proses penelitian yang terstruktur sehingga diperlukan langkah-langkah yang sistematis dalam menyelesaikan masalah atau melakukan proses terhadap permasalahan. Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini, antara lain :

### **3.1. Identifikasi dan Perumusan Masalah**

Menentukan permasalahan yang akan menjadi bahan analisa sesuai dengan tujuan dilakukannya penelitian. Untuk lebih memfokuskan pada tujuan penelitian, maka dalam identifikasi perumusan masalah ini ditentukan batasan-batasan permasalahan.

Pada proses ini dilakukan suatu identifikasi dan perumusan masalah yaitu bagaimana merencanakan sebuah impeller yang berdiameter 16 inch dan berapa efisiensi dari *Impeller*. Setelah mengetahui rumusan masalah yang akan dibahas, maka selanjutnya adalah menentukan metode penyelesaian yang akan digunakan.

### **3.2. Studi Literatur**

Tahapan selanjutnya adalah melakukan studi literatur dengan tujuan untuk merangkum teori, acuan secara umum dan khusus serta memperoleh berbagai informasi pendukung lainnya yang berhubungan dengan pengerjaan tugas akhir ini. Studi literatur dapat diperoleh dari buku, tugas akhir, jurnal, atau dari internet yang mendukung dalam bahasan pengerjaan tugas akhir. Selain itu juga bisa dilakukan melalui tanya jawab dengan pihak yang berkepentingan dan berkompeten dalam bidang ini.

### **3.3. Perhitungan Desain Impeller**

Perhitungan Desain Impeller dilakukan untuk menentukan dimensi utama dari impeller. Dimensi utama yang diperoleh dari hasil perhitungan selanjutnya akan digunakan sebagai acuan dalam penggambaran model impeller. Dimensi utama impeller antara lain : diameter poros impeller, diameter leher impeller, diameter mata impeller, diameter sisi masuk impeller, sudut masuk impeller, lebar haluan sisi masuk impeller, diameter sisi keluar impeller, sudut keluar impeller, dan jumlah sudu.

### **3.4. Penggambaran Model Impeller**

Dari data-data hasil perhitungan impeller yang berupa dimensi utama dari impeller, kemudian dilakukan penggambaran model Impeller. Model impeller digambar dengan menggunakan software *Solidwork*. Pertama-tama dengan

menggambar hub dari impeller, selanjutnya dilakukan pelukisan sudu dengan menggunakan metode circular arc dengan membagi impeller menjadi lingkaran-lingkaran konsentris.

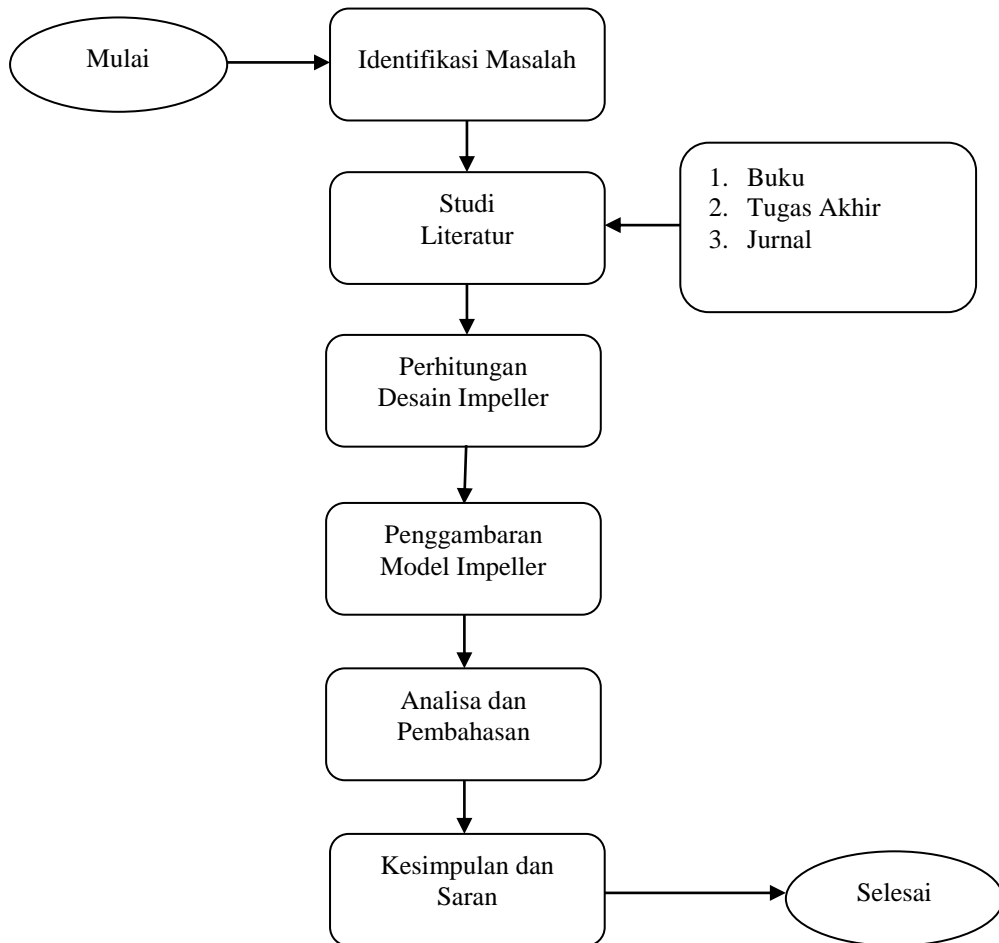
### **3.5. Analisa Data dan Pembahasan**

Setelah perhitungan dan penggambaran model impeller selesai, selanjutnya adalah analisa data dan pembahasan yaitu dengan memaparkan hasil dari perhitungan desain impeller dan juga pemodelan impeller. Analisa data dan pembahasan ini bertujuan untuk menentukan proses pengambilan keputusan demi mendapatkan jawaban dari permasalahan yang ada sesuai dengan tujuan dilakukannya penelitian.

### **3.6. Kesimpulan dan Saran**

Setelah dilakukan analisa data dan pembahasan selanjutnya adalah menarik kesimpulan dari analisa data yang sudah dilakukan dan memberikan saran atau rekomendasi yang relevan sebagai pertimbangan di waktu yang akan datang.

Adapun *flowchart* dari langkah – langkah dalam proses pengerjaan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut.



**Gambar 3.1** *Flow Chart* Metodologi

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

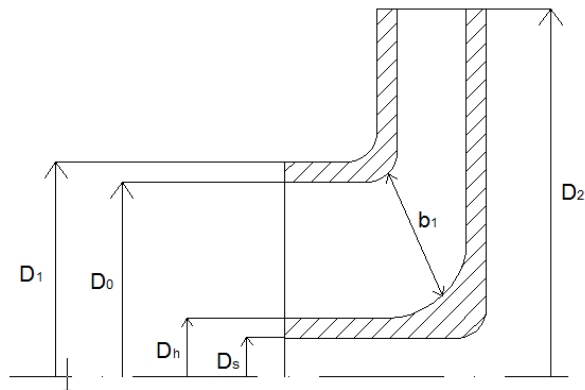
## BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Umum

Dalam bab berikut ini akan dibahas perhitungan dimensi utama dari impeller dan juga tahapan dalam penggambaran model dari impeller dengan *solidwork*. Dimensi utama yang diperoleh akan digunakan sebagai acuan dalam proses penggambaran model *impeller* pada *software solidwork* antara lain : diameter poros impeller, diameter leher impeller, diameter mata impeller, diameter sisi masuk impeller, sudut masuk impeller, lebar haluan sisi masuk impeller, diameter sisi keluar impeller, sudut keluar impeller, dan jumlah sudu.

Tahap analisa data berupa perhitungan dan proses pemodelan *impeller* diuraikan sebagai berikut.

### 4.2 Perhitungan Desain Impeller



**Gambar 4.1** Dimensi Utama Impeller

Dalam perhitungan desain impeller ini, diperlukan beberapa parameter yang digunakan sebagai acuan. Parameter tersebut diperoleh dari spesifikasi pompa yang memiliki diameter impeller 400 mm. Spesifikasi Pompa Acuan :

- Kapasitas Pompa : 450 m<sup>3</sup>/hr
- RPM : 1350
- Power : 70 kW

Data spesifikasi pompa yang telah diperoleh digunakan untuk perhitungan kembali agar dapat dianalisa. Perhitungan Desain Impeller sebagai berikut.

9. Perhitungan Diameter Poros Impeller ( $D_s$ )

$$D_s = \sqrt[3]{\frac{5.1}{\tau_a}} \times Kt \times Cb \times T$$

Dengan :

$D_s$  = Diameter Poros Impeller [mm]

Kt = Faktor Kejutan (1,5 - 3)

Cb = Faktor Lenturan (1,2 - 2,3)

T = Momen Puntir [kg/mm]

$\tau_a$  = Tegangan Geser yang diijinkan [ $\text{kg/mm}^2$ ]

- Kt diambil 2
- Cb diambil 1.5
- $T = 9.74 \times 10^5 \times \frac{P}{n}$
- $T = 9.74 \times 10^5 \times \frac{70}{1350}$
- $T = 0.505 \times 10^5 \text{ kgm}$
- $\tau_a = \frac{\sigma_a}{sf1 \times sf2}$ , Sf1 diambil 6, Sf2 diambil 2
- $\tau_a = 4 \text{ kg/mm}^3$
- 

$$D_s = \sqrt[3]{\frac{5.1}{\tau_a}} \times Kt \times Cb \times T$$

$$D_s = \sqrt[3]{\frac{5.1}{4}} \times 2 \times 1.5 \times 0.505 \times 10^5$$

$$D_s = 57,8 \text{ mm}$$

10. Perhitungan Diameter Leher Impeller ( $D_h$ )

$$D_h = (1,3-1,4) \times D_s$$

Dengan :

$D_h$  = Diameter Leher Impeller [m]

$D_s$  = Diameter Poros Impeller [m]

$$D_h = 1,4 \times 57,8$$

$$D_h = 80,92 \text{ mm}$$

11. Perhitungan Diameter Mata Impeller ( $D_0$ )

$$D_0 = 4,5 \times \sqrt[3]{\frac{Q}{n}}$$

Dengan :

$D_0$  = Diameter Mata Impeller [m]

$Q$  = Kapasitas Pompa [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]

$n$  = Putaran [rpm]

$Q$  dalam  $\text{m}^3/\text{s}$ ,  $Q = 0,125 \text{ m}^3/\text{s}$

$$D_0 = 4,5 \times \sqrt[3]{\frac{0,125}{1350}}$$

$$D_0 = 0,20358 \text{ m} = 203,58 \text{ mm}$$

12. Perhitungan Diameter Sisi Masuk Impeller ( $D_1$ )

$$D_1 = (1,1-1,15) \times D_0, \text{ diambil } 1,13$$

Dengan :

$D_1$  = Diameter Sisi Masuk Impeller [m]

$D_0$  = Diameter Mata Impeller [m]

$$D_1 = 1,13 \times D_0$$

$$D_1 = 1,13 \times 203,58$$

$$D_1 = 230,05 \text{ mm}$$

13. Perhitungan Kecepatan Keliling masuk Fluida ( $U_1$ )

$$U_1 = \frac{\pi \times D_1 \times n}{60}$$

Dengan :

$U_1$  = Kecepatan Keliling Masuk Fluida [m/s]

$D_1$  = Diameter Sisi Masuk Impeller [m]

$n$  = Putaran [rpm]

$$U_1 = \frac{3,14 \times 0,23005 \times 1350}{60}$$

$$U_1 = 16,25 \text{ m/s}$$

14. Perhitungan Sudut Masuk Impeller ( $\beta_1$ )

$$\tan\beta_1 = \frac{V_1}{U_1}$$

Dengan :

$\beta_1$  = Sudut Masuk Impeller

$V_1$  = Kecepatan Absolut Fluida [m/s]

$U_1$  = Kecepatan Keliling Masuk Fluida [m/s]

$$V_1 = \frac{4 \times Q}{\pi \times D_1^2}$$

$$V_1 = \frac{4 \times 0,125}{3,14 \times (0,23005)^2}$$

$$V_1 = 3,0088 \text{ m/s}$$

Maka,

$$\tan\beta_1 = \frac{V_1}{U_1}$$

$$\tan\beta_1 = \frac{3,0088}{16,25}$$

$$\tan\beta_1 = 0,1851$$

$$\beta_1 = \tan^{-1}(0,1851)$$

$$\beta_1 = 10,48^\circ$$

15. Perhitungan Lebar Haluan Sisi Masuk Impeller ( $b_1$ )

$$b_1 = \frac{Q}{\pi \times D_1 \times V_1}$$

Dengan :

$b_1$  = Lebar Haluan Sisi Masuk Impeller [m]

$Q$  = Kapasitas Pompa [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]

$D_1$  = Diameter Sisi Masuk Impeller [m]

$V_1$  = Kecepatan Absolut Fluida [m/s]

$$b_1 = \frac{0,125}{3,14 \times 0,23005 \times 3,0088}$$

$$b_1 = 0,05751 \text{ m} = 57,51 \text{ mm}$$



16. Perhitungan Kecepatan Relatif pada Sisi Masuk ( $V_{r1}$ )

$$V_{r1}^2 = V_1^2 + U_1^2$$

Dengan :

$V_{r1}$  = Kecepatan Relatif Fluida pada Sisi Masuk [m/s]

$V_1$  = Kecepatan Absolut Fluida [m/s]

$U_1$  = Kecepatan Keliling masuk Fluida [m/s]

$$V_{r1} = \sqrt{V_1^2 + U_1^2}$$

$$V_{r1} = \sqrt{(3,0088)^2 + (16,25)^2}$$

$$V_{r1} = 16,5256 \text{ m/s}$$

17. Diameter Sisi Keluar Impeller ( $D_2$ )

$$D_2 = 400 \text{ mm}$$

18. Perhitungan Kecepatan Keliling Keluar Fluida ( $U_2$ )

$$U_2 = \frac{\pi \times D_2 \times n}{60}$$

Dengan :

$U_2$  = Kecepatan Keliling Keluar Fluida [m/s]

$D_2$  = Diameter Sisi Keluar Impeller [m]

$n$  = Putaran [m]

$$U_2 = \frac{3,14 \times 0,4 \times 1350}{60}$$

$$U_2 = 28,26 \text{ m/s}$$

19. Perhitungan Sudut Keluar Impeller ( $\beta_2$ )

$$\tan \beta_2 = \frac{V_{f2}}{U_2 - V_{w2}}$$

Dengan :

$\beta_2$  = Sudut Masuk Impeller

$V_{f2}$  = Kecepatan Fluida [m/s]

$U_2$  = Kecepatan Keliling masuk Fluida [m/s]

$$V_{f2} = \phi \times U_2, \phi = 0,1-0,2, \text{ diambil } 0,15$$

$$V_{f2} = \phi \times U_2$$

$$V_{f2} = 0,15 \times 28,26$$

$$V_{f2} = 4,239 \text{ m/s}$$

$$V_{r2}^2 = V_{f2}^2 + (U_2 - V_{w2})^2$$

$$V_{w2} = U_2 - \sqrt{V_{r2}^2 - V_{f2}^2}$$

$$V_{w2} = 28,26 - \sqrt{(16,5256)^2 - (4,239)^2}$$

$$V_{w2} = 12,2873 \text{ m/s}$$

Maka,

$$\tan \beta_2 = \frac{V_{f2}}{U_2 - V_{w2}}$$

$$\tan \beta_2 = \frac{4,239}{28,26 - 12,2873}$$

$$\tan \beta_2 = 0,2653$$

$$\beta_2 = \tan^{-1}(0,2653)$$

$$\beta_2 = 14,85^\circ$$

## 20. Perhitungan Jumlah Sudu (z)

$$z = 6,5 \times \frac{D_2 + D_1}{D_2 - D_1} \times \sin \frac{(\beta_1 + \beta_2)}{2}$$

Dengan :

z = Jumlah Sudu

$\beta_1$  = Sudut Masuk Impeller

$D_1$  = Diameter Sisi Masuk Impeller [m]

$\beta_2$  = Sudut Keluar Impeller

$D_2$  = Diameter Sisi Keluar Impeller [m]

$$z = 6,5 \times \frac{0,4 + 0,23005}{0,4 - 0,23005} \times \sin \frac{(10,48 + 14,85)}{2}$$

$$z = 5,28 \sim 5$$

Dari perhitungan yang telah dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut :

**Tabel 4.1** Dimensi Utama Impeller

1	Diameter Poros Impeller ( $D_s$ )	57,8 mm
2	Diameter Leher Impeller ( $D_h$ )	80,92 mm
3	Diameter Mata Impeller ( $D_0$ )	203,58 mm
4	Diameter Sisi Masuk Impeller ( $D_1$ )	230,05 mm
5	Sudut Masuk Impeller ( $\beta_1$ )	10,48 <sup>0</sup>
6	Lebar Haluan Sisi Masuk Impeller ( $b_1$ )	57,51 mm
7	Diameter Sisi Keluar Impeller ( $D_2$ )	400 mm
8	Sudut Keluar Impeller ( $\beta_2$ )	14,85 <sup>0</sup>
9	Jumlah Sudu ( $z$ )	5

### 4.3 Perhitungan Pelukisan Sudu Impeller

$$\rho = \frac{R_a^2 - R_b^2}{2(R_b \cos \beta_b - R_a \cos \beta_a)}$$

Dengan :

$\rho$  = Jari-jari busur bentuk sudu impeller

$R_a$  = Jari-jari lingkaran konsentris awal

$R_b$  = Jari-jari lingkaran konsentris awal

$\beta_a$  = Sudut kemiringan sudu pada  $R_a$

$\beta_b$  = Sudut kemiringan sudu pada  $R_b$

Radius dari  $D_1 = D_1/2$

$$= 230,05/2$$

$$= 115,03 \text{ mm}$$

Radius dari  $D_2 = D_2/2$

$$= 400/2$$

$$= 200 \text{ mm}$$

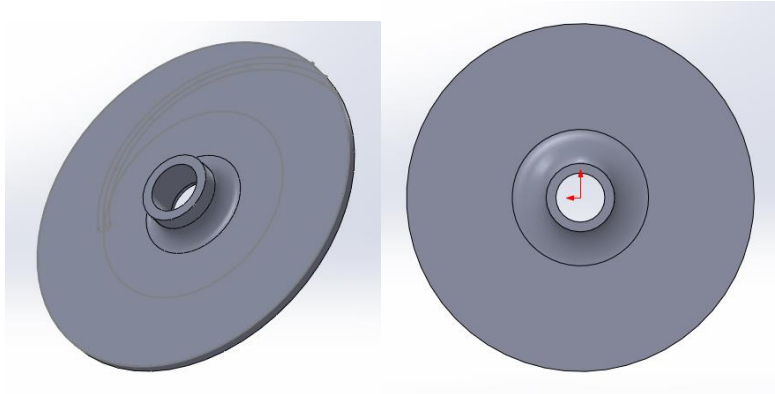
Dengan menggunakan rumus diatas, harga  $\rho$  dapat dihitung dalam bentuk tabel berikut.

**Tabel 4.2** Perhitungan Nilai  $\rho$

$R_a$	$R_b$	$\beta_a$	$\beta_b$	$\rho$
115,03	129,19	10,48	11,21	127
129,19	143,35	11,21	11,94	142,69
143,35	157,51	11,94	12,67	158,65
157,51	171,67	12,67	13,4	174,95
171,67	185,83	13,4	14,13	191,59
185,83	200	14,13	14,85	208,47

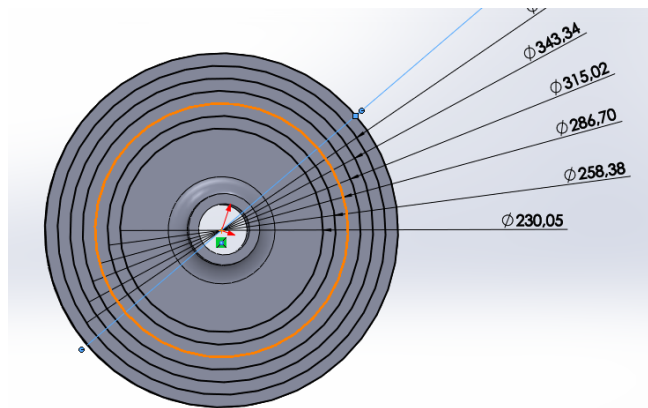
#### 4.4 Penggambaran Model Impeller dengan Solidwork

Dari data-data hasil perhitungan dimensi utama impeller dan pelukisan sudu impeller selanjutnya dilakukan proses penggambaran. Proses pertama yang dilakukan dari penggambaran impeller adalah menggambar hub dari impeller.



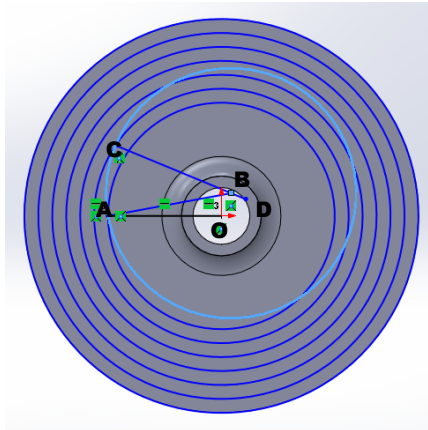
**Gambar 4.2** Hub Impeller

Langkah selanjutnya adalah dengan menggambar sudu impeller, pelukisan sudu impeller ini dilakukan dengan menggunakan metode circular arc. Metode ini membagi impeller menjadi lingkaran-lingkaran konsentris untuk memudahkan pelukisan sudu. Dari data perhitungan pelukisan sudu impeller, kemudian menggambar lingkaran konsentris dengan Ra sebagai acuan mulai dari lingkaran berjari-jari 115,03 mm sampai dengan lingkaran berjari-jari 185,83 mm, sehingga didapatkan hasil sebagai berikut.



**Gambar 4.3** Penggambaran Lingkaran Konsentris

Dari lingkaran-lingkaran konsentris tersebut selanjutnya dilakukan pelukisan sudu impeller yang dimuai dari lingkaran konsentris berjari-jari 115,03 mm.

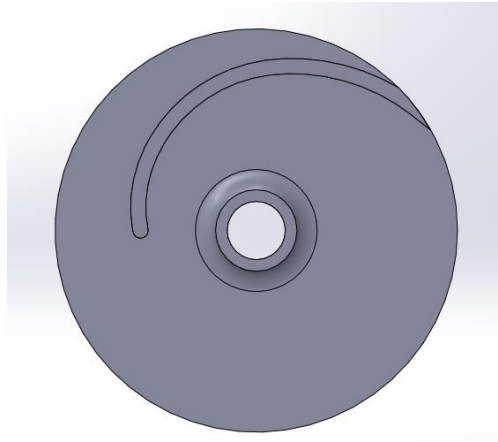


**Gambar 4.4** Pelukisan Sudu dari Lingkaran Konsentris Pertama dan Kedua

Dari gambar 4.4, pelukisan awal sudu dimulai dengan membuat garis OA, menarik dari pusat lingkaran O menuju lingkaran konsentris pertama berjari-jari 115,03 mm dititik A. Langkah selanjutnya, membuat garis AB dengan panjang  $\rho = 127$  mm dengan sudut  $\beta_a = 10,48^0$  terhadap garis OA yang dimulai dari titik A. Setelah membuat garis AB, kemudian membuat lingkaran dengan jari-jari yang sama dengan garis AB yang berpusat pada titik B sehingga lingkaran tersebut memotong lingkaran konsentris kedua di titik C. Dari titik C, langkah selanjutnya membuat garis CD dengan panjang  $\rho = 142,69$  mm melewati titik B. Kemudian membuat lingkaran dengan jari-jari yang sama dengan garis CD yang berpusat pada titik D sehingga lingkaran tersebut memotong lingkaran konsentris ketiga.



Dari lengkungan sudu pada gambar 4.5, dapat digunakan sebagai acuan dari pelukisan sudu impeller. Ketebalan sudu merupakan variabel bebas yang ditentukan dan berpengaruh pada kinerja impeller. Pada desain impeller ini ketebalan sudu sebesar 15 mm. Tinggi dari sudu berdasarkan lebar haluan sisi masuk sebesar 57,51 mm. Hasil penggambaran sudu ditunjukkan pada gambar 4.6.



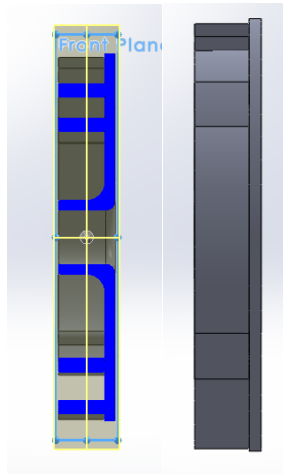
**Gambar 4.7** Sudu Impeller

Dengan jumlah sudu sebanyak 5 buah, maka hasil dari penggambaran semua sudu adalah seperti ditunjukkan pada gambar 4.8.

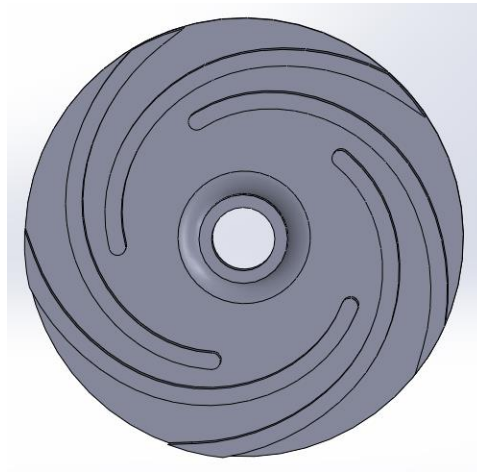


**Gambar 4.8** Impeller dengan 5 sudu

Hasil akhir dari penggambaran model impeller ditunjukkan pada gambar 4.8 dan 4.9.

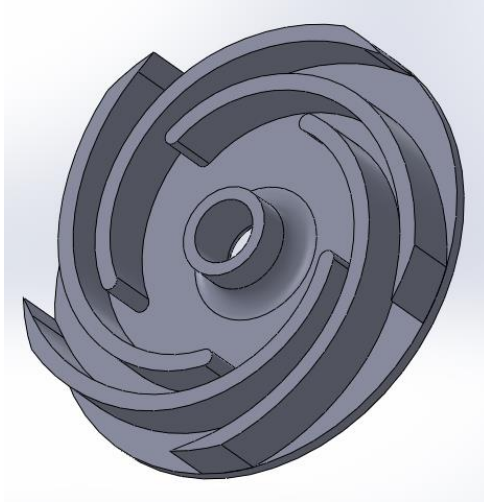


**Gambar 4.9** Tampak Samping Impeller



**Gambar 4.10** Tampak Depan Impeller





**Gambar 4.11** Gambar 3D Impeller

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil perhitungan desain dan penggambaran model impeller maka penulis dapat menarik kesimpulan bahwa dimensi utama dari impeller antara lain : diameter poros impeller 57,8 mm, diameter leher impeller 80,92 mm, diameter mata impeller 203,58 mm, diameter sisi masuk impeller 230,05 mm, sudut masuk impeller  $10,48^{\circ}$ , lebar haluan sisi masuk impeller 57,51 mm, diameter sisi keluar impeller 400 mm, sudut keluar impeller  $14,85^{\circ}$ , dan jumlah sudu 5 buah.

#### **5.2 Saran**

Dari data hasil perhitungan desain dan penggambaran model impeller yang telah dilakukan, penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan dalam penulisan tugas akhir ini. Untuk kedepannya penulis menyarankan untuk dilakukan simulasi dengan menggunakan CFD untuk mendapatkan gambaran dari performa desain yang telah direncanakan.

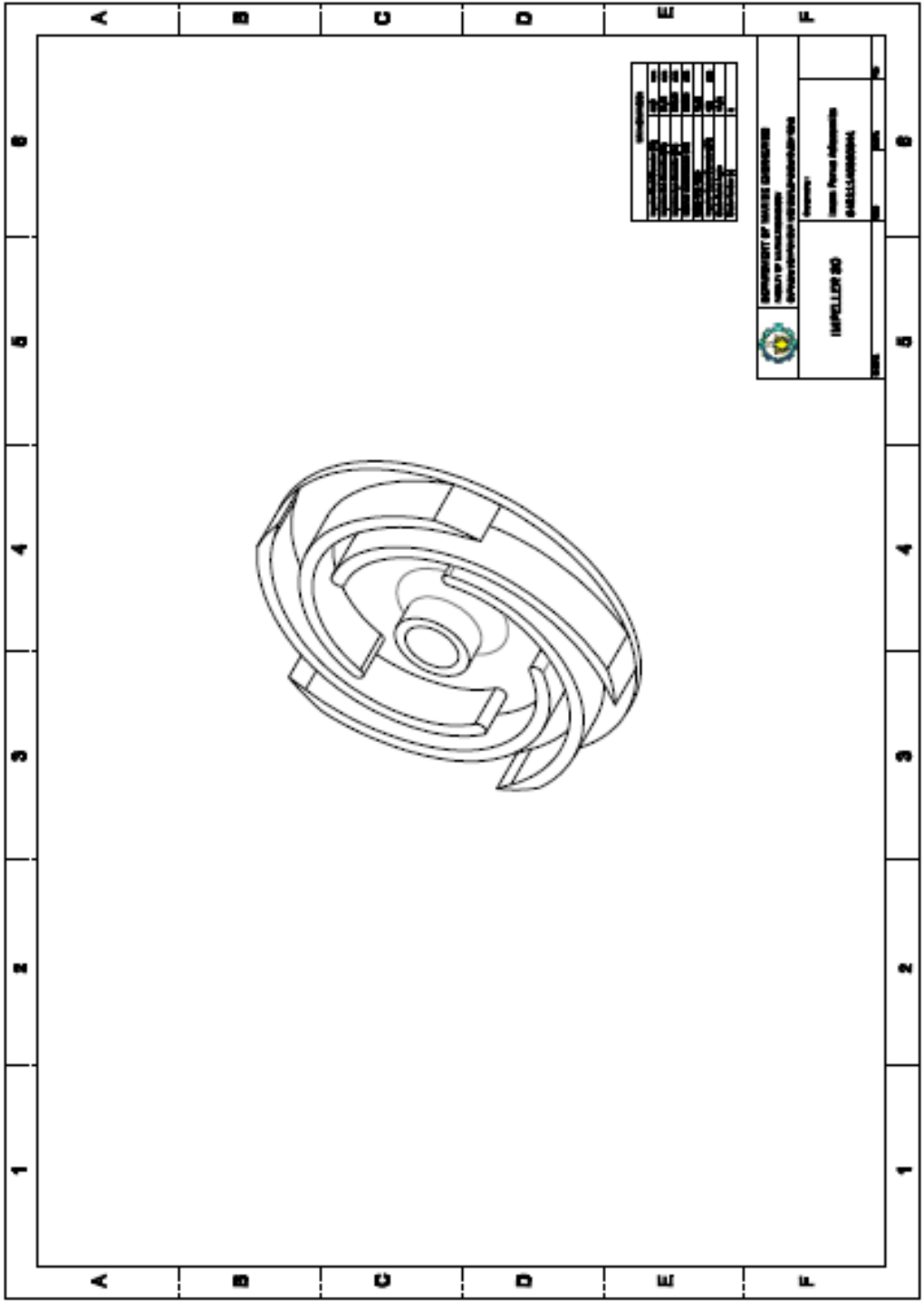
*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR PUSTAKA

- Igor J. Karassik., et al. 1976. **Pump Handbook**. Mc. Graw Hill, Newyork.
- Mahendra, Juris. Desember 2014. “Cutter Suction Dredger dan Jenis Material”. *Jurnal Kontruksia* vol 6, pp 31-43. Jakarta.
- Sularso, Tahara, H.. 2004. **Pompa dan Kompresor**. Pradnya Paramitha, Jakarta.
- Patil, SA and Shinde, VD, 2017. “Design, Development and Analysis of Impeller for Sand Slurry Pumping”. *IJIRST. DKTES Textille and Engineering Institute*. Ichalaranji, India.
- Mandloi, J., Chouksey, M., and Rawal, BR.. “Design and Analysis of Slurry Pump Using Computational Fluid Dynamics”. *IJAET. Departement of Mechanical Engineering SGSITS, Indore*.
- Tambake, CK, 2015. “Design of Monoblock Centrifugal Pump Impeller”. *IJMEIT. Departement of Mechanical Engineering Walchand Institute of Technology. Maharastra, India*.
- Singh, R. Ragoth, 2014. “Design and Analysis of Pump Impeller using SWFS” *World Journal of Modelling and Simulation. Mechanical Engineering of Karpagam College of Engineering. Combiatore, India*.
- Nikosai TBS, Prihadi. 2015. “Optimasi Desain Impeller Pompa Sentrifugal Menggunakan Pendekatan CFD”. *Tugas Akhir Jurusan Teknik Sistem Perkapalan Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya*.
- Mufti S, Mohammad, 2013. “Perancangan Pompa Sentrifugal Berkapasitas 0,14 m<sup>3</sup>/s Dengan Head 30 m”. *Jurnal Tenik POMITS. Jurusan Teknik Mesin Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya*.
- Gundale, VA and Joshi, GR, 2013. “A Simplified 3D Model Approach in Constructing the Plain Vane Profile of A Radial Type Submersible Pump Impeller”. *Research Journal of Engineering Science. Departement of Mechanical Engineering Manav Bharti University. Solan, India*.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

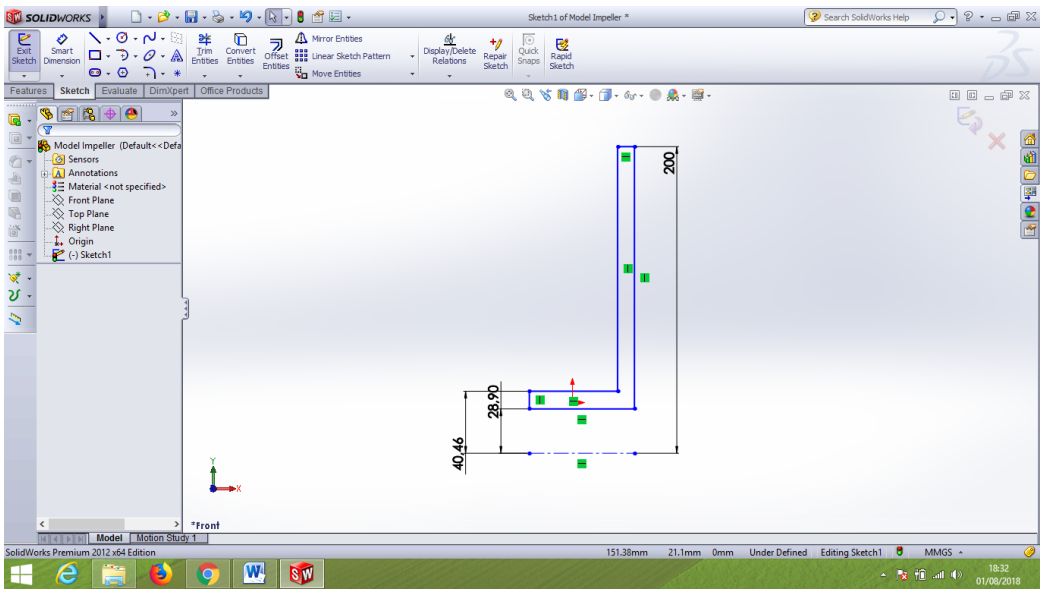
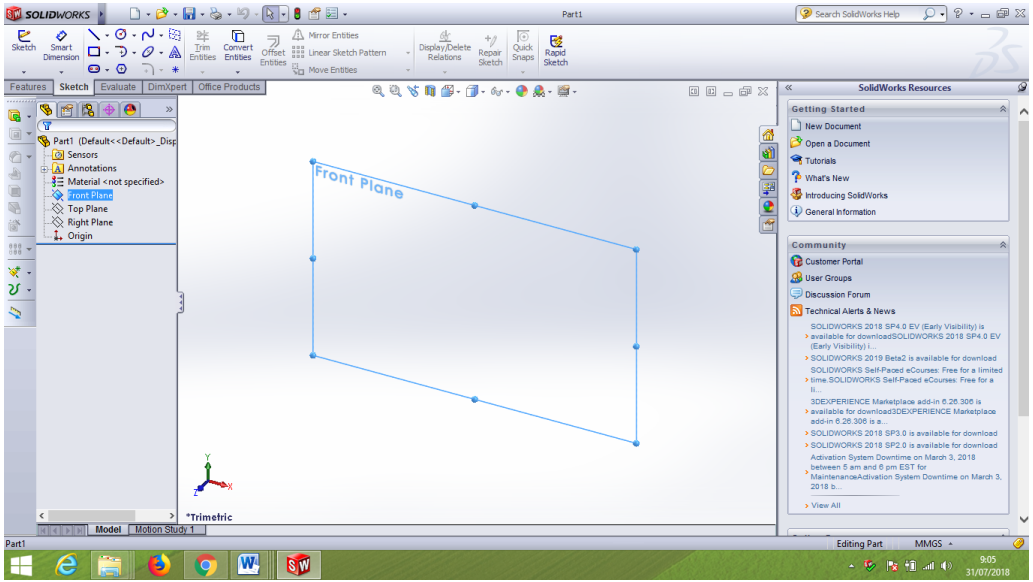


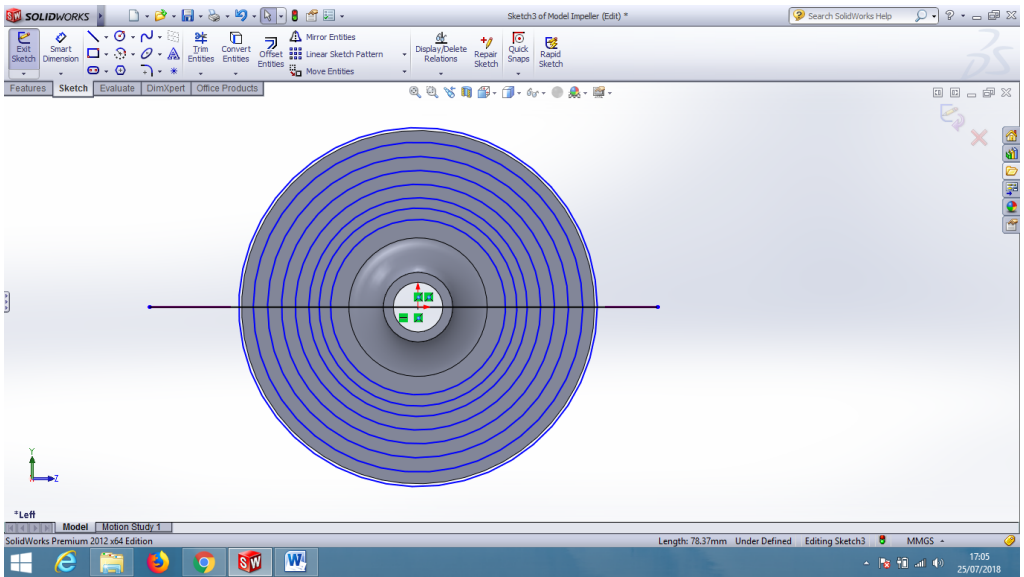
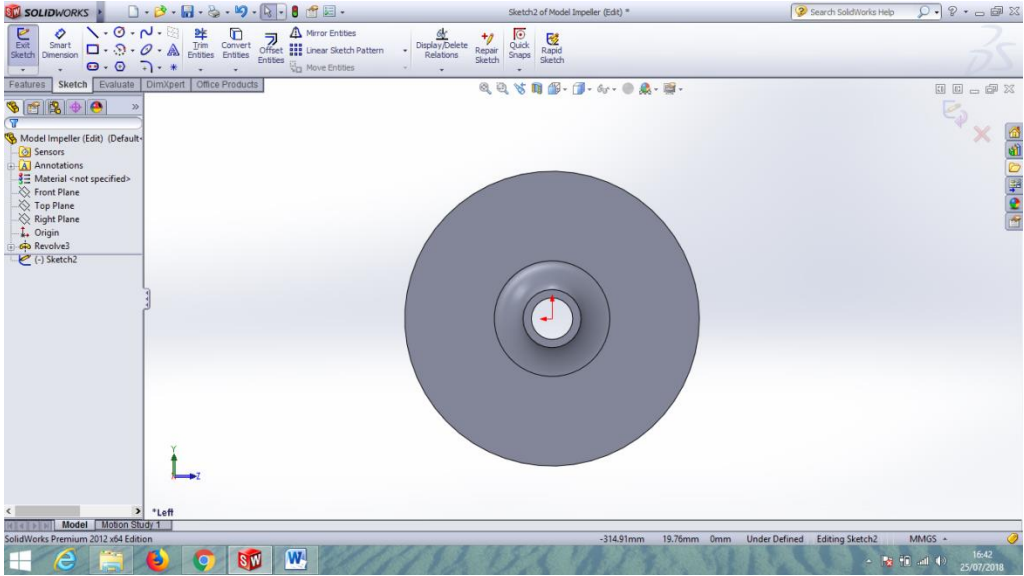


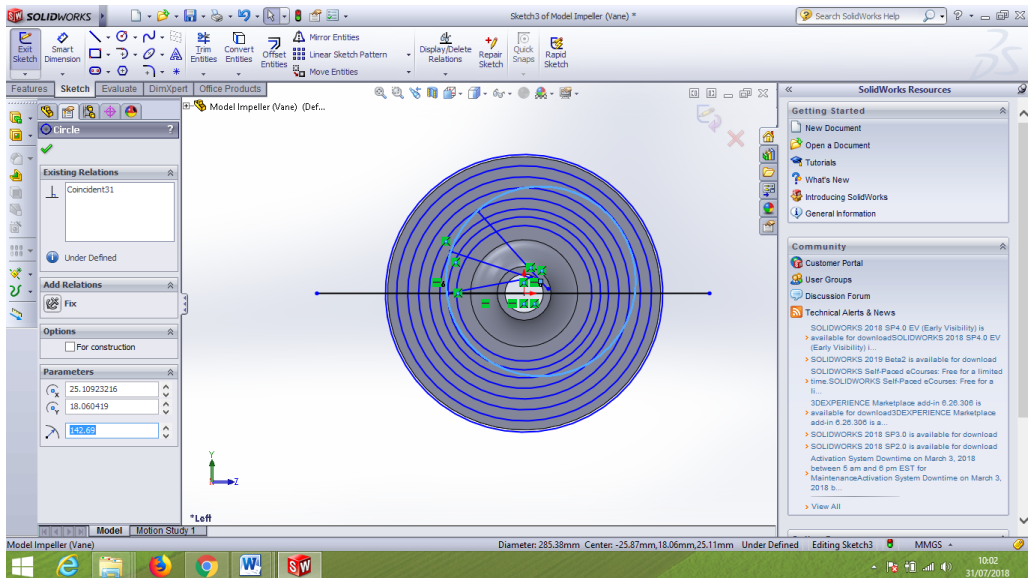
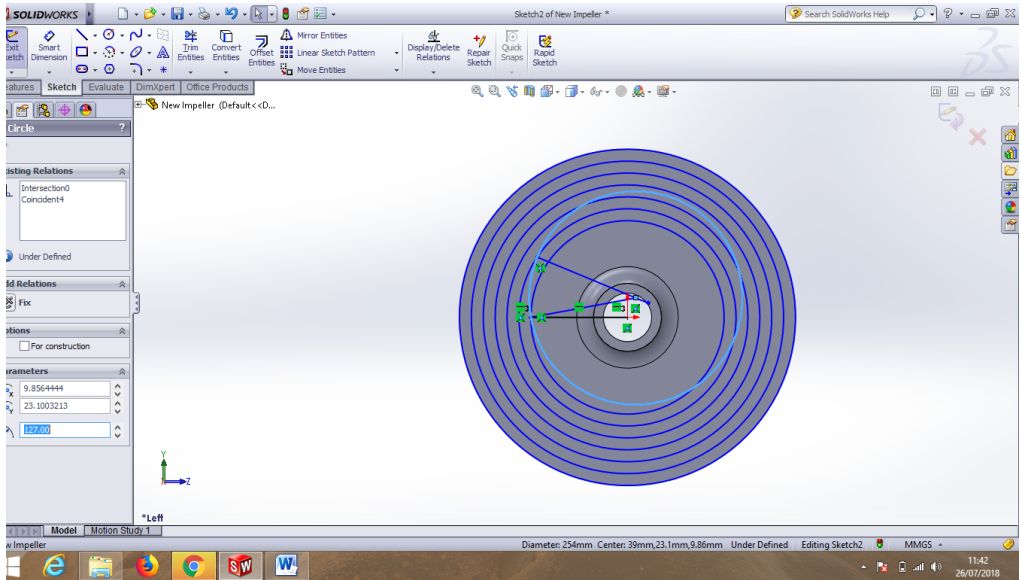
 <p> <b>MINISTRY OF HIGHER EDUCATION AND SCIENTIFIC RESEARCH</b>          جمهورية مصر العربية          جمهورية مصر العربية       </p>	<b>UNIVERSITY OF HELWAN</b> جامعة حلوان
	<b>Faculty of Engineering</b> كلية الهندسة
<b>Department of Mechanical Engineering</b> قسم الهندسة الميكانيكية	<b>Faculty of Engineering</b> كلية الهندسة
<b>Department of Mechanical Engineering</b> قسم الهندسة الميكانيكية	<b>Faculty of Engineering</b> كلية الهندسة

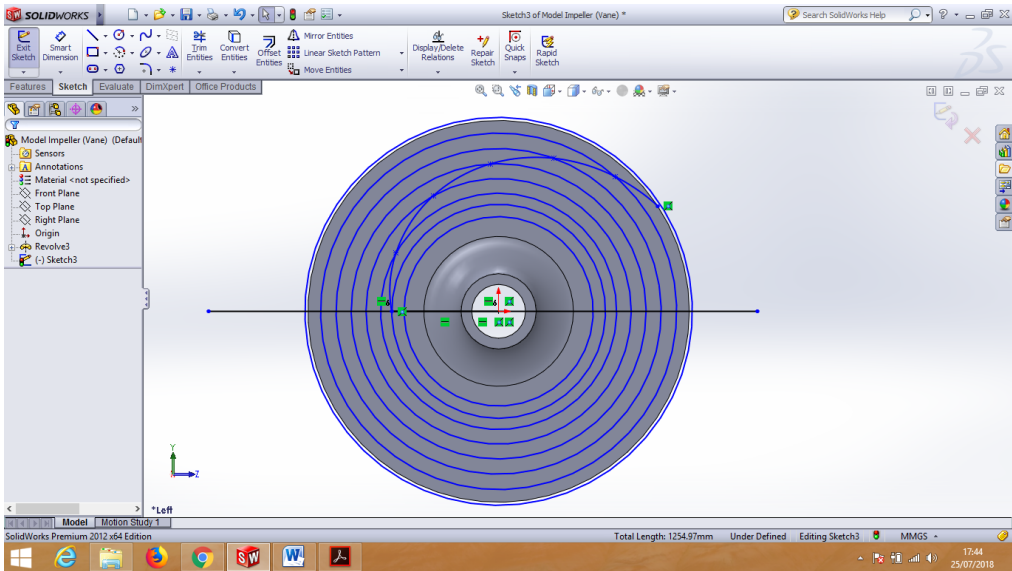
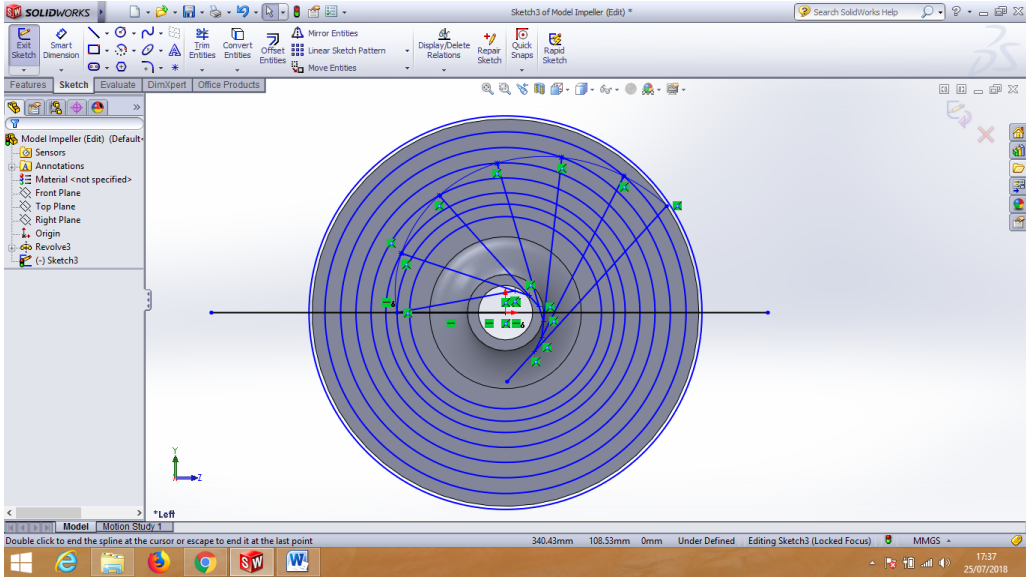
NO.	DESCRIPTION	DATE
1	DESIGNED BY	
2	CHECKED BY	
3	APPROVED BY	
4	DATE	
5	SCALE	
6	SHEET NO.	
7	TOTAL SHEETS	

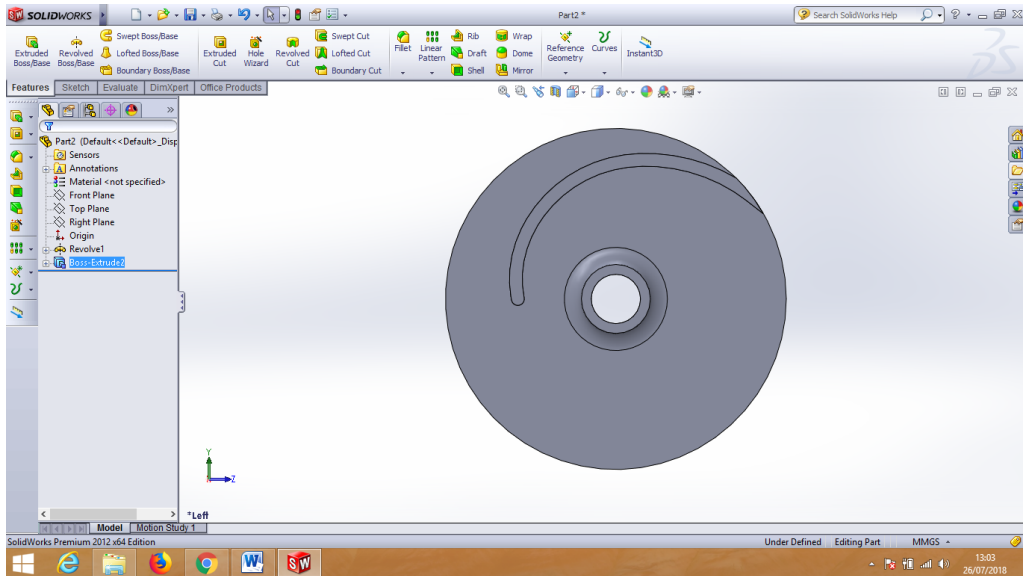
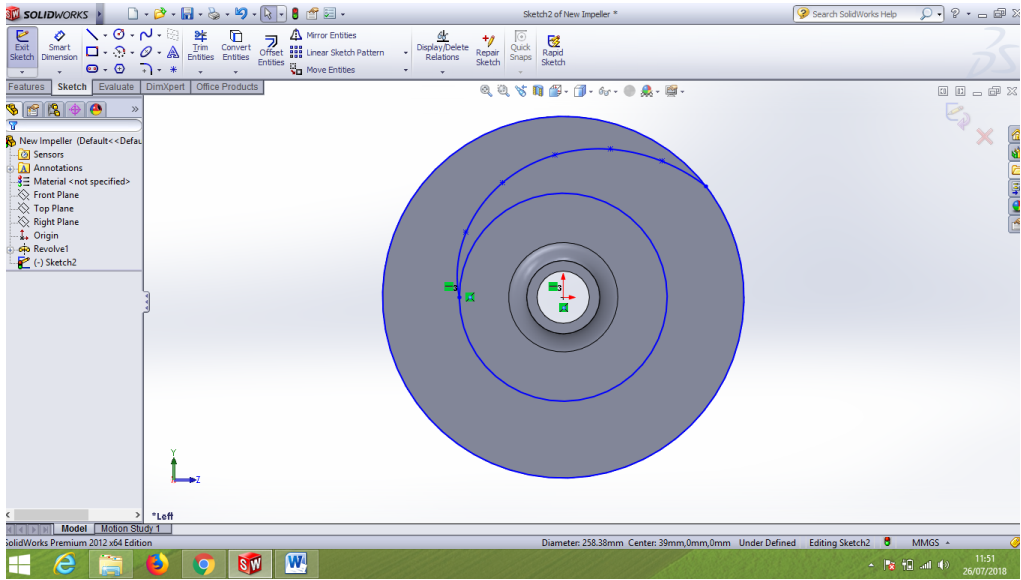


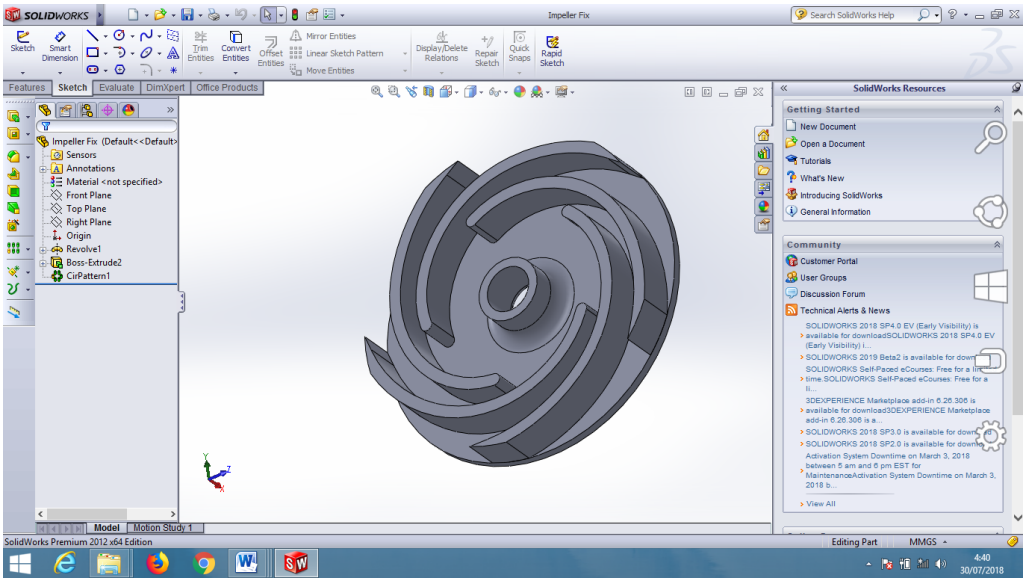
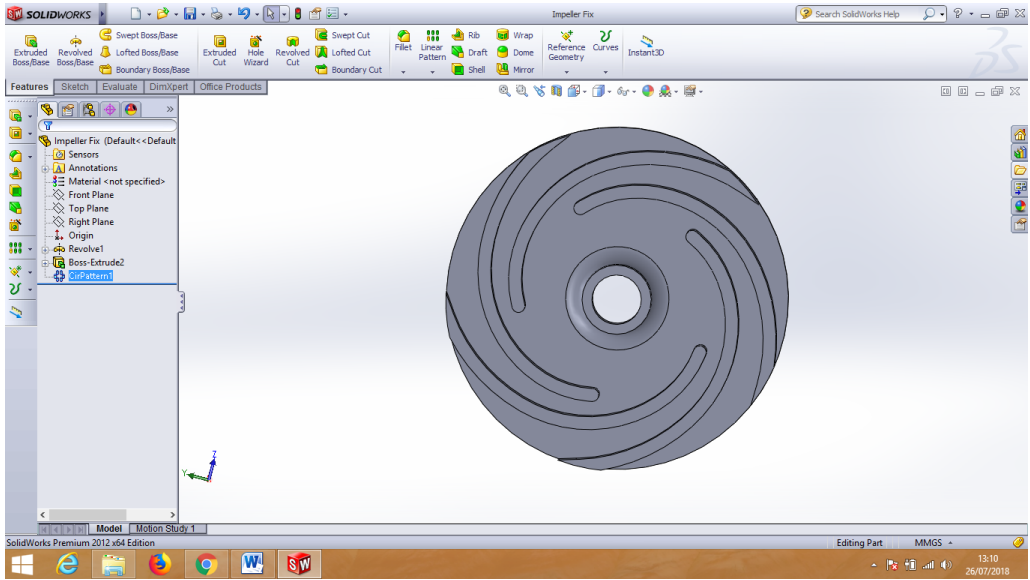














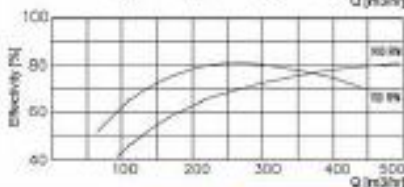
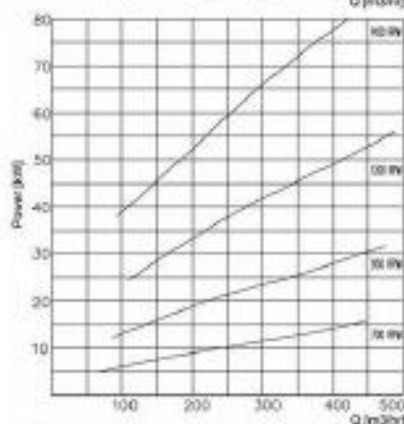
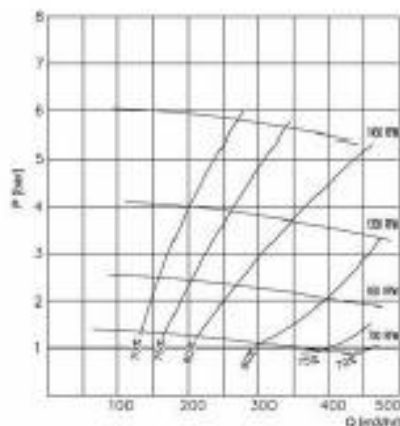


## HDD Dredge Pump DP150

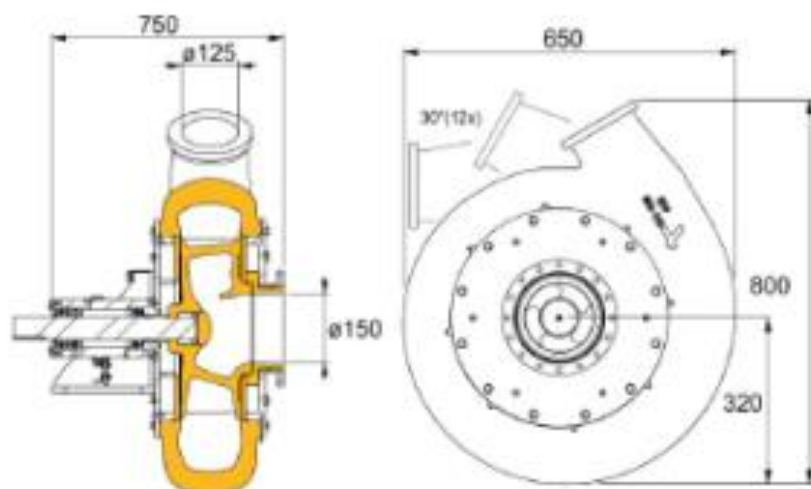
The HDD dredge pump (DP) handles a high concentration. The efficiency is caused by the double curved impeller blades. For use in a dry environment a 60% level is needed to make the pump self-priming. The submersible version has an extra seal set on the drive shaft. The DP pumps are built from separate wear-resistant parts to exchange wear parts easily and still work cost effective. The standard pumps have adjustable casting positions and can be mounted easily into an existing dredger. The DP's have a long lifetime, low maintenance, optimum suction capacity and low energy consumption.

### General information:

• Capacity max.	450	m <sup>3</sup> /hr
• Work pressure max.	4,5	bar
• Pump shaft speed max.	1350	rpm
• Power at shaft max.	70	kW
• Suction diameter	150	mm
• Pressure diameter	125	mm
• Spherical passage	100	mm
• Blades	3	pcs
• Impeller size	400	mm
• Weight	400	kg
• Material composition	Ni-hard 4	



Main dimensions:



## ENGINEERING - DREDGERS - EQUIPMENT



Delivery Pipe



Submersible DP



Cutter Dredgers



Water jet head

Holland Dredge Design B.V.  
Responsible: 1.2  
3841 BZ Harlingen, Nederland

P.O. Box 1132  
3040 SD Honselwijk, Nederland

+31 341 26 76 54  
info@hollandredgedesign.com

[www.hollandredgedesign.com](http://www.hollandredgedesign.com)



## BIODATA PENULIS



Imam Purwa Adisasmita, biasa dipanggil Imam lahir di Kabupaten Mojokerto pada tanggal 6 Juli 1993. Merupakan putra pertama dari dua bersaudara pasangan Wartono dan Meineni Prihartini. Penulis menempuh pendidikan formal di SD Negeri Kesimantengah (Lulus Tahun 2005), SMP Negeri 1 Pacet (Lulus Tahun 2008), SMA Negeri 1 Sooko (Lulus Tahun 2011). Tamat dari pendidikan SMA, penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang kuliah di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Sistem Perkapalan ITS melalui seleksi SNMPTN dengan NRP 4211100041. Penulis mengikuti beberapa pelatihan, antara lain : ESQ Leadership Training, LKMM Pra TD, dan Internal Combustion Basic Training. Penulis juga mengikuti Program Kerja Praktek di PT. Lamongan Marine Industry selama 1 bulan dan PT. Tambangan Raya Permai selama 1 bulan. Motto penulis, Nothing Impossible. Penulis yakin jika seseorang mau berusaha dan berdoa, pasti akan ada jalan. Penulis ingin membahagiakan keluarga dan dapat bermanfaat bagi orang-orang di sekitar penulis.

Imam Purwa Adisasmita  
*ipurwaadisasmita@gmail.com*