

# ANALISA PENGARUH SUDUT MASUK TERHADAP JUMLAH SUDU PADA POMPA SENTRIFUGAL

## TUGAS AKHIR

*Diajukan Untuk memenuhi Persyaratan  
Ujian Sarjana*

Oleh :

MUHAMMAD IRFAN  
07.813.0052



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2009**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 19/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

## ABSTRAK

*Pompa sentrifugal yang digunakan sebagai alat transformasi fluida cair, memiliki komponen yang disebut impeler. Impeler dilengkapi dengan sudu-sudu pompa mempunyai pengaruh yang sangat vital pada kinerja pompa. Sehingga dengan menentukan sudut masuk dan keluar pada sudu pompa, akan diperoleh jumlah sudu yang tepat sehingga akan mempengaruhi kinerja perpindahan fluida cair yang dipompakan, untuk menghasilkan kapasitas pompa yang lebih baik. Dari hasil analisa penentuan sudut masuk dengan variasi sudut  $18^\circ$ ,  $22^\circ$ , dan  $25^\circ$  terlihat pengaruh yang cukup signifikan seperti pada jumlah sudu, kapasitas yang dihasilkan, dan efisiensi yang optimal. Dan dari hasil analisa ini dipilih sudut masuk impeler  $20^\circ$  dan sudut keluar  $27^\circ$ .*

*Kata kunci : Pompa sentrifugal, impeler, dan sudu.*

## **ABSTRAK**

*Centrifugal pump used as an instrument of transformation of liquid fluid, has a component called the impeller. Equipped with a blade impeller-vane pumps have a vital influence on pump performance. Therefore, by determining the point of entry and exit to the impeller pump, will be obtained so that the right number of blades will affect the performance of liquid being pumped fluid displacement, to produce a better pump capacity. From the analysis results to determine point of entry with the variation of angle  $18^\circ$ ,  $22^\circ$ , and  $25^\circ$  looks like a significant influence on the number of blades, the resulting capacity, and optimum efficiency. And from the results of this analysis point of entry selected impeller exit angle  $20^\circ$  and  $27^\circ$ .*

**Keywords:** *centrifugal pump, impeller, and blade.*

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>ABSATRAK</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR SIMBOL</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penulisan .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Pengertian Pompa .....	5
2.2 Prinsip Kerja Pompa .....	5
2.2.1 Proses Pemompaan .....	6
2.3 Klasifikasi Pompa .....	7
2.3.1 Pompa Tekanan Statis .....	7
2.3.2 Pompa Tekanan Dinamis .....	7

2.4	Pompa Sentrifugal.....	12
2.5	Impeler Pompa Sentrifugal.....	14
2.6	Kapasitas dan Head Pompa .....	15
2.7	Kecepatan Spesifik .....	19
2.8	Teori Dasar Impeler .....	19
2.9	Impeler Dengan Sudu Lengkungan Tunggal .....	22
2.9.1	Pandangan Umum Mengenai Rancangan Impeler .....	22
2.9.2	Menentukan Jumlah Sudu.....	22
2.9.3	Perhitungan Dimensi Impeler .....	23
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>25</b>
3.1	Metode Analisa .....	25
3.2	Tahap Persiapan .....	25
3.3	Tahap Pengumpulan Data .....	25
3.4	Tahap Analisa .....	26
3.5	Tahap Penyusunan Tugas Akhir .....	26
3.6	Diagram Alir Penulisan .....	27
3.7	Tabel Jadwal Kegiatan dan Penyelesaian Tugas Akhir .....	28
<b>BAB IV</b>	<b>ANALISA SUDU POMPA SENTRIFUGAL .....</b>	<b>29</b>
4.1	Perhitungan Sisi Masuk Impeler.....	31
4.1.1	Diameter Hub .....	31
4.1.2	Diameter Mata Impeler.....	31
4.1.3	Diameter Impeler Sisi Masuk .....	34
4.1.4	Lebar Haluan Sisi Masuk Impeler.....	35
4.1.5	Kecepatan Tangensial Sisi Masuk Impeler .....	36

4.1.6	Sudut Tangensial Pada Sisi Masuk .....	36
4.1.7	Kecepatan Relatif Sisi Masuk Impeler .....	37
4.2	Menentukan variasi sudut ( $\beta_1$ ) sisi masuk impeler .....	38
4.3	Perhitungan sisi keluar impeler .....	42
4.3.1	Diameter Impeler Sisi Keluar .....	42
4.3.2	Kecepatan Tangensial Sisi Keluar Impeler .....	45
4.3.3	Lebar Haluan Sisi Keluar Impeler .....	45
4.3.4	Sudut Tangensial Pada Sisi Keluar .....	47
4.3.5	Kecepatan Relatif Sisi Keluar Impeler .....	48
4.4	Perhitungan Sudu Terhadap Variasi Sudut Masuk .....	50
4.4.1	Jumlah Sudu .....	50
4.4.2	Tebal Sudu .....	53
4.4.3	Jarak Antara Sudu – Sudu .....	53
4.5	Pengaruh Bentuk Sudu Pada Tinggi Kenaikan (Head) .....	54
4.6	Kapasitas Teoritis .....	57
4.7	Grafik hubungan Head vs Kapasitas .....	58
4.8	Efisiensi pompa .....	59
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>65</b>
5.1	Kesimpulan .....	65
5.2	Saran .....	68
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	.....	<b>69</b>

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Penggunaan pompa sentrifugal banyak digunakan pada proses pengolahan air bersih (air minum), proses pemurnian air pada suatu pembangkit listrik, dan distribusi air didalam sistem di dunia industri. Para Peneliti dan designer telah banyak melakukan penelitian pada pompa sentrifugal terkait masalah kinerja pompa sampai kepada material yang digunakan, bahkan dari komponen yang kecil sampai ke komponen / perangkat yang besar.

Pompa mempunyai berbagai macam jenis dan klasifikasi sesuai dengan kebutuhan pada aplikasi lapangan. Jenis pompa yang sering digunakan untuk memindahkan fluida takmampu mampat ini adalah pompa sentrifugal, walaupun pompa sentrifugal memiliki berbagai klasifikasi namun secara umum prinsip cara kerja pompa sentrifugal adalah sama.

Pompa sentrifugal yang digunakan sebagai alat transformasi fluida cair ini memiliki komponen yang disebut impeler. Impeler dilengkapi dengan sudu-sudu pompa mempunyai pengaruh yang sangat vital pada kinerja pompa. Seperti jumlah sudu dan pengaruh sudut masuk dan keluar pada sudu pompa sentrifugal. Sehingga dengan menentukan sudut masuk dan keluar pada sudu pompa, akan diperoleh jumlah sudu yang tepat sehingga akan mempengaruhi kinerja perpindahan fluida cair yang dipompakan, untuk menghasilkan kapasitas pompa yang lebih baik.

## 1.2 Perumusan Masalah

Pada umumnya setiap pompa sentrifugal mempunyai impeler yang dilengkapi sudu pompa dengan sudut masuk yang bervariasi. Beberapa jenis sudut masuk pada pompa setrifugal ini akan menentukan jumlah sudu pada impeler. Penentuan jumlah sudu ini berpengaruh terhadap kinerja impeler dimana jika jumlah sudu itu tidak tepat, maka kinerja impeler tidak optimal seperti jumlah sudu yang besar, maka akan terjadi persempitan lubang laluan dan kerugian-kerugian gesekan. Sebaliknya jika jumlah sudu kecil maka sudu tidak mempunyai antaran yang baik pada zat cair. Maka dengan penentuan jumlah sudu yang tepat akan mempunyai pengaruh yang besar terhadap kerja pompa untuk menghasilkan kapasitas yang optimal.

## 1.3 Batasan Masalah

Pembahasan utama pada analisa pengaruh sudut masuk terhadap jumlah sudu pada sudu pompa sentrifugal ini mencakup pembahasan yang luas. Untuk menghindari ketidak-teraturan pembahasan dan mengingat luas nya pembahasan disertai dengan keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang dimiliki penulis, maka pada tugas sarjana ini penulis membatasi masalah pada :

### 1. Perhitungan ukuran-ukuran impeler

- a) Sisi masuk impeler
- b) Sudut sisi masuk ( $\beta$ , )  $18^\circ$ ,  $22^\circ$ , dan  $25^\circ$  .

### 2. Perhitungan Sudu-sudu

- a) Jumlah sudu-sudu
- b) Tebal sudu

### 3. Efisiensi ( $\eta$ )

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 19/9/23



#### 1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari pengangkatan judul tugas sarjana " Analisa pengaruh sudut masuk terhadap jumlah sudu pada sudu pompa sentrifugal " adalah :

1. Untuk memperkenalkan lebih spesifik bentuk sudu pompa.
2. Memberikan gambaran untuk menganalisa sudu pompa sentrifugal.
3. Untuk memperoleh jumlah sudu yang tepat sehingga dapat meningkatkan kapasitas dan efisiensi dari pada kerja pompa.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

1. Untuk dapat membandingkan ilmu yang diperoleh dibangku kuliah dengan kenyataan yang sebenarnya dilapangan.
2. Dari hasil analisa ini akan didapat jumlah sudu yang tepat, tanpa mengurangi kinerja ( kapasitas dan efisiensi ) dari pada pompa, dengan demikian akan mengurangi biaya produksi untuk pembuatan sebuah impeler dan jumlah sudu yang ada.
3. Menambah perbendaharaan literatur pada bidang pompa sentrifugal dalam menganalisa pengaruh sudut masuk terhadap jumlah sudu pada pompa sentrifugal.

#### 1.6 Sistematika Penulisan

Untuk terarahnya penulisan ini dan untuk menghindari agar tidak terjadinya pembahasan yang berulang serta mempermudah pembaca dalam memahami, maka sistematika penulisannya sebagai berikut :

➤ **BAB I : PENDAHULUAN**

Pada bab ini dibahas mengenai latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan, manfaat penulisan tugas akhir dan sistematika penulisan.

➤ **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini membahas mengenai pandangan umum pompa, prinsip kerja pompa, klasifikasi impeler, teori dasar impeler, dan perhitungan dimensi impeler.

➤ **BAB III : METODELOGI PENELITIAN**

Pada bab ini dibahas mengenai metode yang digunakan dalam menganalisa pengaruh sudut masuk terhadap jumlah sudu dan data-data yang digunakan dalam analisa

➤ **BAB IV : ANALISA DAN PEMBAHASAN HASIL**

Pada bab ini dibahas mengenai analisa sudu-sudu pompa untuk mendapatkan sudut masuk impeler ( $\beta$ ) yang tepat serta memperhitungkan sudu keluar impeler, sehingga akan diperoleh jumlah sudu yang tepat pada suatu impeler.

➤ **BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini menguraikan suatu kesimpulan yang telah di jabarkan pada bab-bab sebelumnya.

➤ **DAFTAR PUSTAKA**

Bagian ini berisikan tentang referensi penulis untuk membahas persoalan-persoalan dalam tugas akhir ini.

## **BAB II**

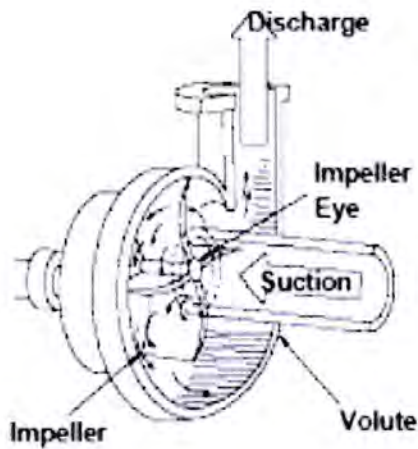
### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Pompa**

Pompa merupakan pesawat angkut yang bertujuan untuk memindahkan zat cair melalui saluran tertutup. Pompa menghasilkan suatu tekanan yang sifatnya hanya mengalir dari suatu tempat ke tempat yang bertekanan yang lebih rendah. Atas dasar kenyataan tersebut maka pompa harus mampu membangkitkan tekanan fluida sehingga dapat mengalir atau berpindah. Fluida yang dipindahkan ini disebut dengan fluida yang tidak dapat dimampatkan.

#### **2.2 Prinsip Kerja Pompa**

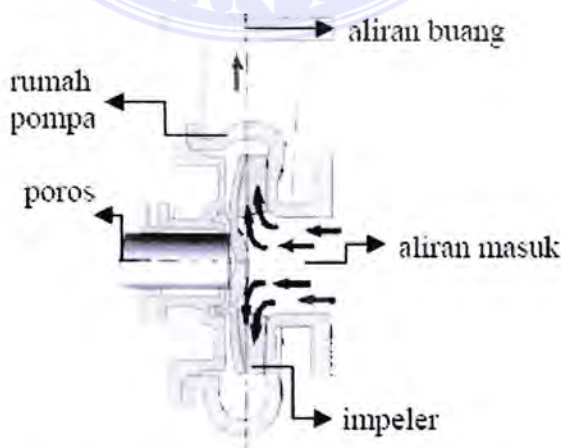
Prinsip kerja pompa adalah menghisap dan melakukan penekanan terhadap fluida. Seperti yang terlihat pada Gambar 2.1, sisi hisap (suction) elemen pompa akan menurunkan tekanan dalam ruang pompa sehingga akan terjadi perbedaan tekanan antara ruang pompa dengan permukaan fluida yang dihisap. Akibatnya fluida akan mengalir ke ruang pompa, oleh elemen pompa fluida ini akan didorong atau diberikan tekanan sehingga fluida akan mengalir kedalam saluran tekan (discharge) melalui lubang tekan. Proses kerja ini akan berlangsung terus selama pompa beroperasi. Dari keterangan diatas maka dapat disimpulkan bahwa fungsi pompa adalah untuk mengubah energi mekanis dari penggerak pompa menjadi energi tekan dalam fluida sehingga akan menjadi aliran fluida atau perpindahan fluida melalui saluran tertutup.



Gambar 2.1 Pompa sentrifugal

### 2.2.1 Proses Pemompaan

Pada Gambar 2.2 memperlihatkan proses pemompaan dimana poros pompa akan berputar apabila penggeraknya berputar, karena poros pompa berputar maka impeler dengan sudu-sudu impeler berputar. Zat cair yang ada didalamnya akan ikut berputar, sehingga tekanan dan kecepatannya naik dan terlempar dari tengah pompa kesaluran yang berbentuk volut atau spiral dan disalurkan keluar melalui nosel.



Gambar 2.2 Proses Pemompaan

## 2.3 Klasifikasi Pompa

Secara umum pompa dapat diklasifikasikan dalam dua kelompok besar yaitu:

1. Pompa Tekanan Statis (Positive Displacement Pump)
2. Pompa Tekanan Dinamis (Rotodynamic Pump)

### 2.3.1 Pompa Tekanan Statis

Pompa jenis ini bekerja dengan prinsip memberikan tekanan secara periodik pada fluida yang terkurung dalam rumah pompa. Pompa ini dibagi menjadi dua jenis yaitu :

#### a. Pompa Torak ( reciprocating pump)

Pompa torak mempunyai bagian utama berupa torak yang bergerak bolak – balik di dalam silinder. Fluida masuk melalui katup isap (suction valve) kedalam silinder dan kemudian ditekan oleh torak sehingga tekanan statis fluida keluar melalui katup tekan ( discharge valve). Yang termasuk jenis pompa ini adalah : pompa diafragma dan pompa plunyer.

#### b. Pompa Putar ( Rotary Pump )

Pada pompa putar fluida masuk melalui sisi isap, kemudian dikurung diantara rotor dan rumah pompa, selanjutnya didorong ke ruang tekan dengan gerak putar dari rotor sehingga tekanan statisnya naik dan fluida akan dikeluarkan melalui sisi tekan. Yang termasuk jenis pompa ini adalah: gear pump, screw pump dan vane pump.

### 2.3.2 Pompa Tekanan Dinamis

Pompa tekanan dinamis disebut juga roto dynamic pump, turbo pump atau impeler pump. Ciri – ciri utama dari pompa ini adalah :

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 19/9/23

- Mempunyai bagian utama berupa roda dengan sudu – sudu disekelilingnya.
- Melalui sudu – sudu, fluida kerja mengalir terus menerus, dimana fluida berada diantara sudu – sudu tersebut.

Dimana energi mekanis ( putaran poros ) diberikan secara terus – menerus untuk memutar impeler, akibatnya fluida yang ada dalam impeler terlempar menuju saluran keluar karena dorongan sudu – sudu. Fluida mendapat percepatan sehingga fluida mempunyai energi kinetik. Kecepatan fluida keluar impeler ini selanjutnya akan berkurang dengan adanya sudu pengarah, difuser atau volute sehingga energi kinetik tadi akan diubah menjadi energi tekanan. Pompa tekanan dinamis dapat dibedakan sebagai berikut :

#### a. Berdasarkan jenis Impeler

##### 1. Pompa aliran aksial

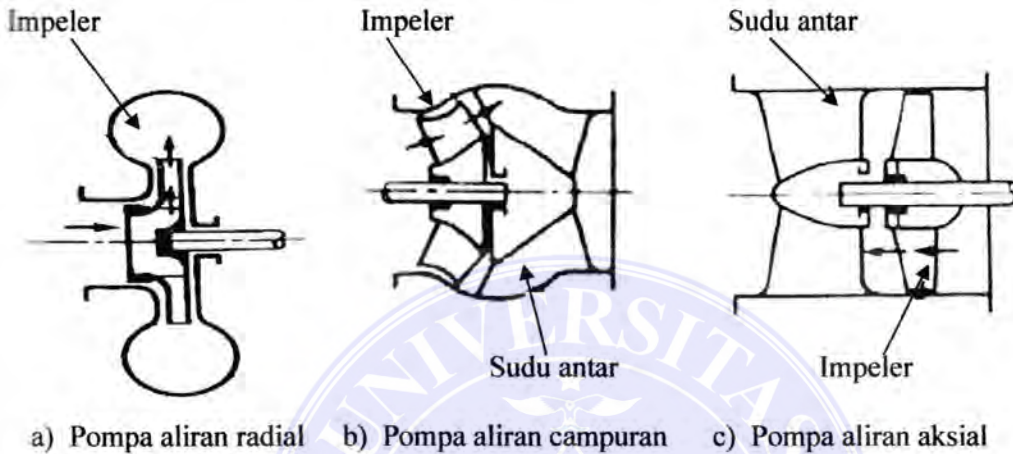
Pompa ini menggunakan jenis impeler aksial, fluida meninggalkan impeler bergerak sepanjang silinder rumah pompa ke arah luar seperti yang terlihat pada Gambar 2.3a. Konstruksinya mirip dengan pompa aliran campur, kecuali bentuk impeler dan difusernya.

##### 2. Pompa aliran radial

Pompa ini menggunakan impeler jenis radial atau francis. Konstruksinya sedemikian rupa sehingga fluida yang keluar dari impeler akan melalui bidang tegak lurus poros pompa seperti yang terlihat pada Gambar2.3b. Impeler dipasang pada suatu ujung poros dan pada ujung lainnya dipasang kopling untuk motor penggerak.

##### 3. Pompa aliran Campur

Pompa ini menggunakan impeler aliran campur (mix flow), pada Gambar 2.3c terlihat bahwa aliran akan keluar dari impeler sesuai dengan arah bentuk permukaan kerucut rumah pompa.



Gambar 2.3 Klasifikasi pompa berdasarkan bentuk impeler.

#### b. Berdasarkan Arah Aliran Fluida

Berdasarkan arah aliran fluida, impeler pompa dapat dibedakan atas :

##### 1. Impeler Jenis Radial

Impeler jenis ini mempunyai arah aliran masuk fluida masuk searah sumbu poros ( aksial ) dan keluar dengan arah radial seperti yang terlihat pada Gambar 2.4a, dengan konstruksi yang mengakibatkan zat cair keluar dari impeler akan tegak lurus dengan poros pompa.

##### 2. Impeler jenis aksial

Impeler jenis ini mempunyai aliran fluida dalam sudu gerak terletak pada bidang sejajar seperti pada Gambar 2.4b, sumbu poros dan head yang timbul diakibatkan oleh besarnya gaya dorong oleh sudu-sudu gerak.

### 3. Impeler jenis aliran campuran (mixed flow)

Pompa ini menggunakan impeler aliran campuran seperti yang terlihat pada Gambar 2.4c, aliran akan keluar dari impeler sesuai dengan arah bentuk permukaan kerucut rumah pompa (mengikuti bentuk impelernya).



a) Tipe Radial



b) Tipe Aksial



c) Tipe Mixed Flow

Gambar 2.4 Klasifikasi pompa berdasarkan arah aliran fluida

#### c. Berdasarkan Bentuk rumah.

Berdasarkan bentuk rumah, dapat dibedakan atas pompa volute dan pompa difuser, seperti yang terlihat pada Gambar 2.5.

##### 1. Pompa Volute

Pompa ini khusus untuk pompa sentrifugal. Aliran fluida yang meninggalkan impeler secara langsung memasuki rumah pompa yang berbentuk volute (rumah siput).

##### 2. Pompa Difuser

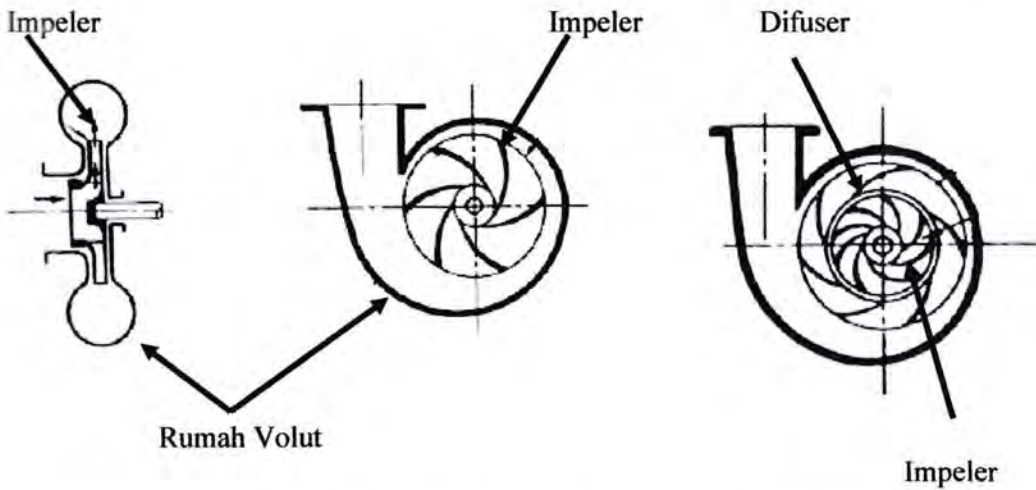
Konstruksi pompa ini dilengkapi dengan sudu pengarah (difuser) disekeliling saluran keluar impeler. Pemakaian difuser ini akan memperbaiki efisiensi pompa. Difuser ini sering dipakai pada pompa bertingkat banyak dengan head yang tinggi.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 19/9/23



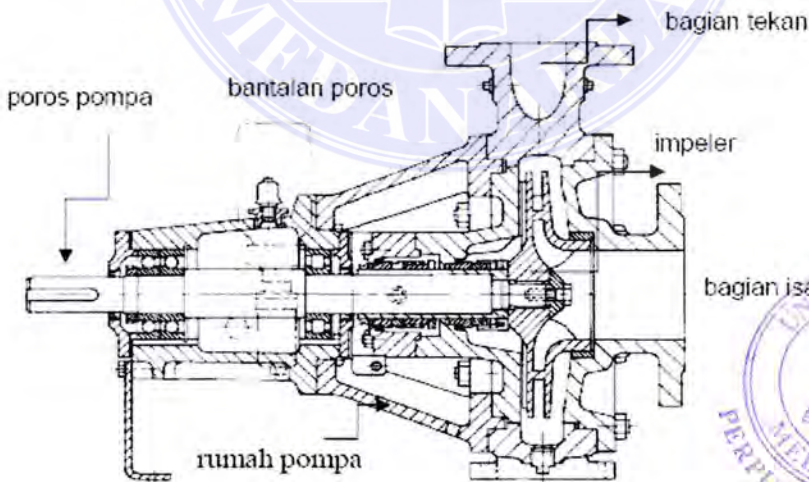


Gambar 2.5 Klasifikasi pompa berdasarkan bentuk rumah

d. Berdasarkan Jumlah Tingkat

1. Pompa Bertingkat Tunggal (Singel Stage Impeler Pump)

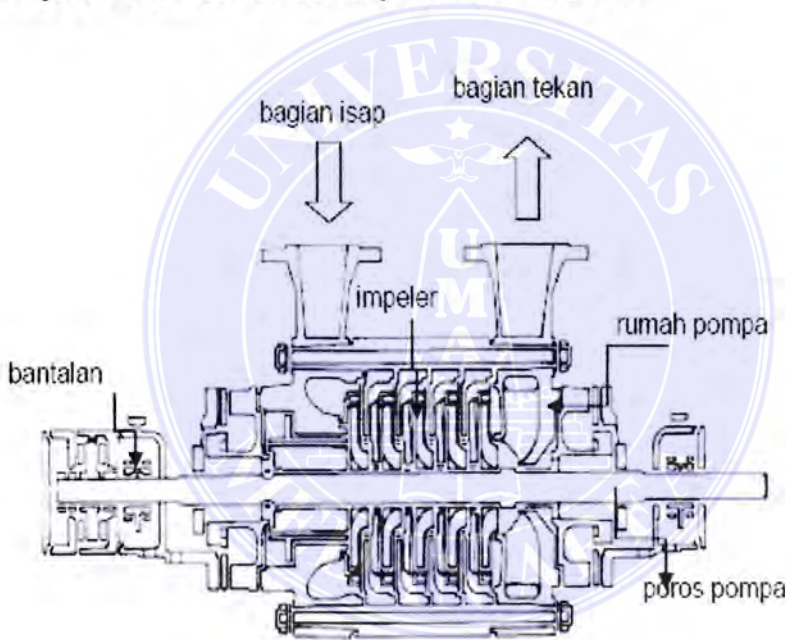
Pompa ini mempunyai satu tingkat impeler untuk memindahkan fluida, seperti yang terlihat pada Gambar 2.6 bahwa head pompa total yang dihasilkan relatif rendah, namun konstruksinya sederhana.



Gambar 2.6 Pompa Sentrifugal dengan Impeler tunggal

## 2. Pompa Bertingkat Banyak (Multi Stage Impeler Pump)

Pompa ini menggunakan beberapa tingkat impeler yang dipasang secara seri dalam satu poros seperti yang terlihat pada Gambar 2.7. Fluida yang keluar dari impeler tingkat pertama akan diteruskan ke impeler tingkat kedua dan seterusnya hingga tingkat terakhir. Head total pompa merupakan penjumlahan head yang dihasilkan oleh masing-masing impeler. Dengan demikian head pompa ini relatif lebih tinggi jika dibandingkan dengan pompa satu tingkat, namun konstruksinya lebih rumit dan dimensinya relatif lebih besar.



Gambar 2.7 Pompa Sentrifugal Bertingkat banyak

## 2.4 Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal adalah pompa beban dinamis yang menggunakan gaya sentrifugal untuk memindahkan cairan yang dipompakan. Adapun komponen-komponen utama pompa sentrifugal secara umum dapat diuraikan sebagai

berikut :

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 19/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

#### a. Poros Pompa

Poros pompa merupakan elemen pompa yang sangat penting dan berfungsi untuk meneruskan daya motor penggerak ke impeler.

#### b. Impeler Pompa

Impeler merupakan suatu bagian yang berputar dari suatu pompa yang mempunyai sisi masuk dan sisi buang. Fluida yang diisap mengalir kesisi masuk, akibat perputaran impeler tersebut fluida terlempar keluar melalui sisi buang. Aliran fluida memasuki impeler haruslah dibuat sejajar dengan poros, sedangkan pada sisi keluar dipengaruhi oleh tipe impeler (radial, mix, axial).

#### c. Rumah Pompa

Fungsi rumah pompa adalah untuk mengumpulkan fluida yang meninggalkan impeler, sekaligus menggerakkan aliran fluida ke saluran pipa tekan serta mengubah energi kinetik menjadi energi tekanan.

#### d. Sudu Pompa

Sudu pompa berputar bersama-sama poros dan dipasang menjadi satu dengan impeler.

#### e. Motor Penggerak

Suatu unit penggerak pompa yang digunakan untuk memutar impeler melalui poros pompa yang dihubungkan dengan belt atau dapat juga dikopel langsung dengan penggeraknya.

Pompa Sentrifugal mempunyai bermacam-macam variasi susunan impeler (pada Gambar 2.8 a,b, yakni impeler terbuka dan tertutup atau terselubung, tetapi prinsip dasarnya tetap sama. Kerja diberikan pada fluida oleh putaran sudu (gerakan sentrifugal dan gaya tangensial sudu bekerja pada fluida dalam suatu

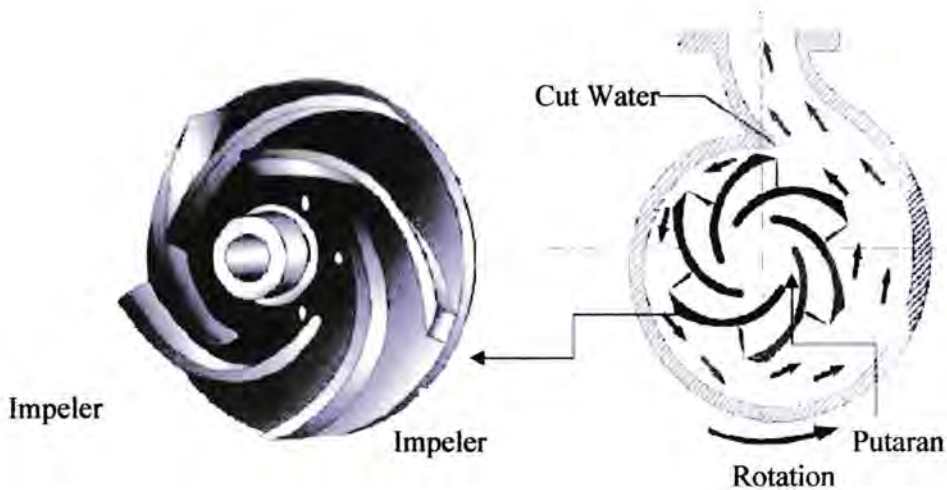
jarak tertentu ), menghasilkan kenaikan energi kinetik yang besar pada fluida yang mengalir melalui impeler. Energi kenaikan ini diubah menjadi kenaikan tekanan saat fluida mengalir dari impeler ke dalam rumah yang menutupi impeler.



Gambar 2.8 (a) Impeler terbuka ,(b) Impeler tertutup atau terselubung

## 2.5 Impeler Pompa Sentrifugal

Fungsi Impeler pompa adalah merupakan energi mekanik yaitu putaran impeler menjadi energi fluida (zat cair). Jadi zat cair yang masuk pompa akan mengalami pertambahan energi. Pertambahan energi pada zat cair mengakibatkan pertambahan head tekan, head kecepatan, dan head potensial. Jumlah dari ketiga bentuk head tersebut dinamakan head total. Head total pompa juga bisa didefinisikan sebagai selisih head total (energi persatuan berat) pada sisi isap pompa dengan sisi keluar pompa. Pada Gambar 2.9 aliran air didalam pompa akan ikut berputar karena gaya sentrifugal dari impeler yang berputar.



Gambar 2.9 Penampang Impeler dan Perubahan Energi Pompa.

## 2.6 Kapasitas dan Head Pompa

Pompa yang berfungsi sebagai peralatan untuk memindahkan fluida dari suatu tempat ketempat lain dengan besar head tertentu diperlukan beberapa parameter, yaitu :

### a. Kapasitas aliran

Kapasitas pompa adalah aliran volume fluida yang dipindahkan oleh pompa tersebut persatuan waktu. Kapasitas pompa tergantung pada kebutuhan yang harus dipompakan dan sesuai dengan fungsi pompa yang dirancang.

### b. Head pompa

Head pompa merupakan energi yang harus diberikan pompa agar pemompaan bisa berlangsung. Head ini merupakan penjumlahan dari perubahan energi-energi yang dialami fluida selama gerakannya. Head total pompa dapat dianalisa sebagai berikut :

Sebuah elemen fluida dalam suatu saluran seperti pada Gambar 2.10, elemen tersebut ditempatkan pada sebuah jarak  $z$  diatas datum referensi dan

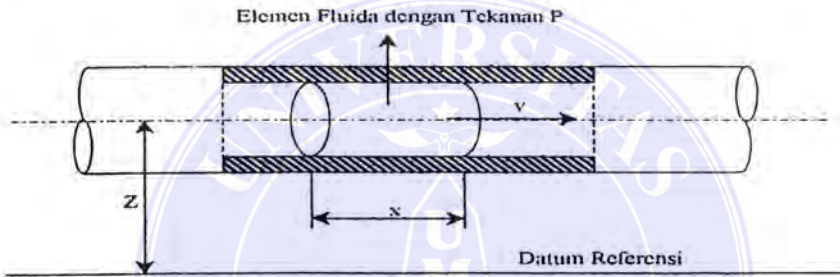
mempunyai kecepatan  $v$  serta tekanan  $P$ . Energi potensial yang dimiliki oleh elemen tersebut disebabkan oleh elevansinya dari datum referensi, atau dapat dituliskan sebagai berikut:

$$E_p = W \cdot z \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

$W$  = berat elemen

$z$  = jarak elemen dari datum referensi



Gambar 2.10 Elemen Fluida didalam suatu saluran

Energi kinetik ( $E_k$ ) yang dimiliki oleh elemen tersebut karena kecepatannya,

atau :

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot \frac{W \cdot v^2}{g} \dots\dots\dots(2.2)$$

$W$  = berat elemen

$$= m \cdot g$$

$v$  = kecepatan elemen

Energi tekanan ( $E_t$ ) kadang disebut juga energi aliran adalah jumlah kerja yang dibutuhkan untuk menggerakkan elemen fluida melintasi jarak tertentu melawan tekanan yang ada, atau secara matematik dapat ditulis :

$$E_t = P.A \times \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

P = tekanan

A = luas penampang tekanan

x = panjang elemen fluida

Karena A.x merupakan volume dari tekanan tersebut, yang dapat dinyatakan

dengan  $W/\gamma$ , maka :

$$E_t = \frac{P.W}{\gamma} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

$\gamma$  = berat spesifik fluida tersebut

Total energi (E) yang merupakan penjumlahan energi potensial, energi kinetik dan energi tekanan dapat dituliskan sebagai berikut :

$$E = W_z + \frac{1}{2} \cdot \frac{W.v^2}{g} + \frac{P.W}{\gamma} \dots\dots\dots(2.5)$$

Total energi (E) pada sebuah titik dalam suatu aliran steady dari fluida adalah sama dengan total energi dari titik lain disepanjang aliran tersebut. Jika tidak ada energi yang ditambahkan ke fluida atau diambil / dikeluarkan dari fluida tersebut.

Konsep ini dapat dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$W \cdot z_1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{W.v_1^2}{g} + \frac{P_1.W}{\gamma} = W \cdot z_2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{W.v_2^2}{g} + \frac{P_2.W}{\gamma} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dengan membagi kedua persamaan sisi diatas dengan W, maka diperoleh :

$$Z_1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{v_1^2}{g} + \frac{P_1}{\gamma} = z_2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{v_2^2}{g} + \frac{P_2}{\gamma} \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana :  $h = \text{loses}$

$P_1 \ \& \ P_2 = \text{tekanan pada titik 1 dan titik 2}$

$\gamma = \text{berat spesifik fluida}$

$v_1 \ \text{dan} \ v_2 = \text{kecepatan pada titik 1 dan titik 2, atau Ek}$

$z = \text{beda ketinggian}$

$G = \text{kecepatan grafitasi}$

$z_1 \ \& \ z_2 = \text{elevasi titik 1 dan titik 2 dari datum referensi.}$

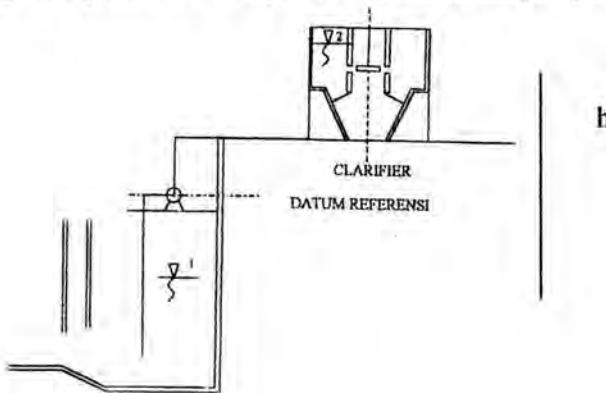
Persamaan 2.7 diatas dikenal dengan persamaan Bernoulli. Jika diantara kedua titik tersebut terdapat penambahan energi dari pompa sebagai head pompa ( $h_p$ ) dan ada losses yang terjadi ( $h_l$ ) maka persamaan 2.7 menjadi:

$$z_1 + \frac{v_1^2}{2.g} + \frac{P_1}{\gamma} + H_p = z_2 + \frac{v_2^2}{2.g} + \frac{P_2}{\gamma} + h_l \dots\dots\dots(2.8)$$

Atau dapat dituliskan

$$H_p = \frac{P_2 - P_1}{\gamma} + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2.g} + (z_2 - z_1) + h_l \dots\dots\dots(2.9)$$

Pada Gambar 2.11 terlihat bahwa , titik 1 adalah titik dipermukaan air terendah (LWL) pada reservoir isap, (dirumah pompa air baku ), dan titik 2 adalah titik yang tertinggi dari permukaan air pada reservoir tekan (bangunan clarifier ).



Gambar 2.11 Penunjukan titik 1, titik 2 dan datum referensi pada instalasi pompa



### 2.7 Kecepatan Spesifik

Kecepatan spesifik adalah putaran impeler yang diperlukan sehingga dapat menghasilkan head pompa 1m dan kapasitas aliran 1m<sup>3</sup> /detik,  $n_s$  adalah parameter tidak berdimensi. Kecepatan spesifik bervariasi dengan koefisien aliran sebagaimana koefisien yang lainnya. Namun demikian untuk sembarang pompa dapat ditentukan harga kecepatan spesifik pada koefisien aliran yang terkait dengan efisiensi puncak saja. Untuk pompa yang mempunyai Q rendah dan  $h_a$  tinggi, kecepatan spesifiknya rendah dibandingkan dengan pompa yang mempunyai Q dan  $h_a$  rendah. Pada umumnya pompa sentrifugal mempunyai kapasitas aliran rendah dan head tinggi, oleh karenanya mempunyai kecepatan spesifik yang rendah.

Sehingga kecepatan spesifik ( $n_s$ ) dapat dihitung dengan persamaan :

$$n_s = \frac{n \sqrt{Q}}{H^{3/4}} \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana :

n = putaran impeler (rpm)

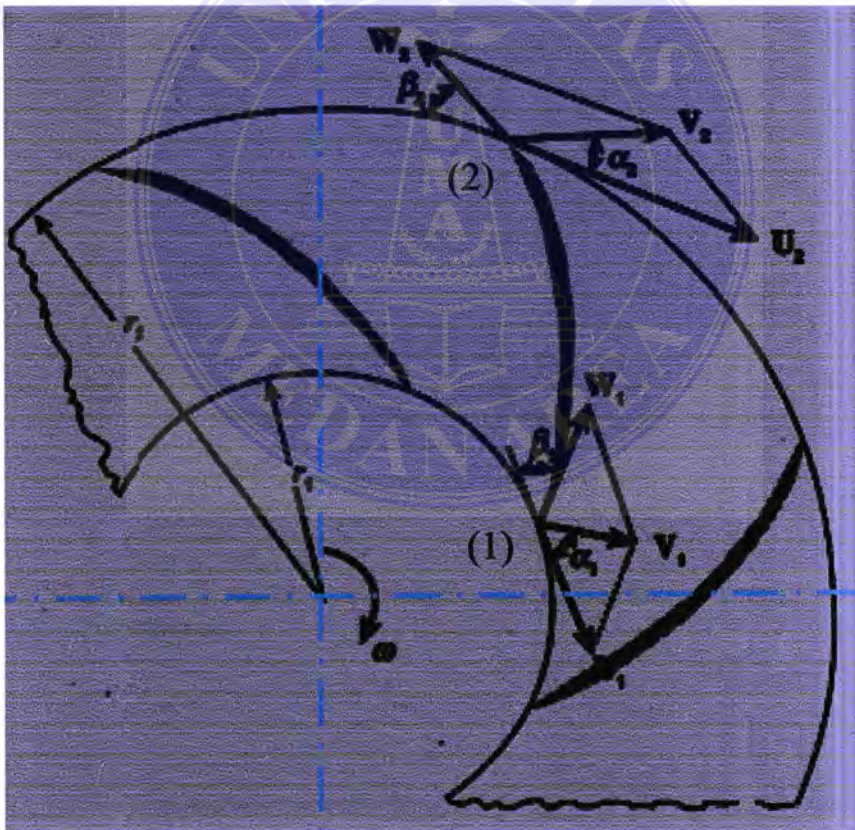
Q = kapasitas pompa (m<sup>3</sup> /detik)

H = head pompa (m)

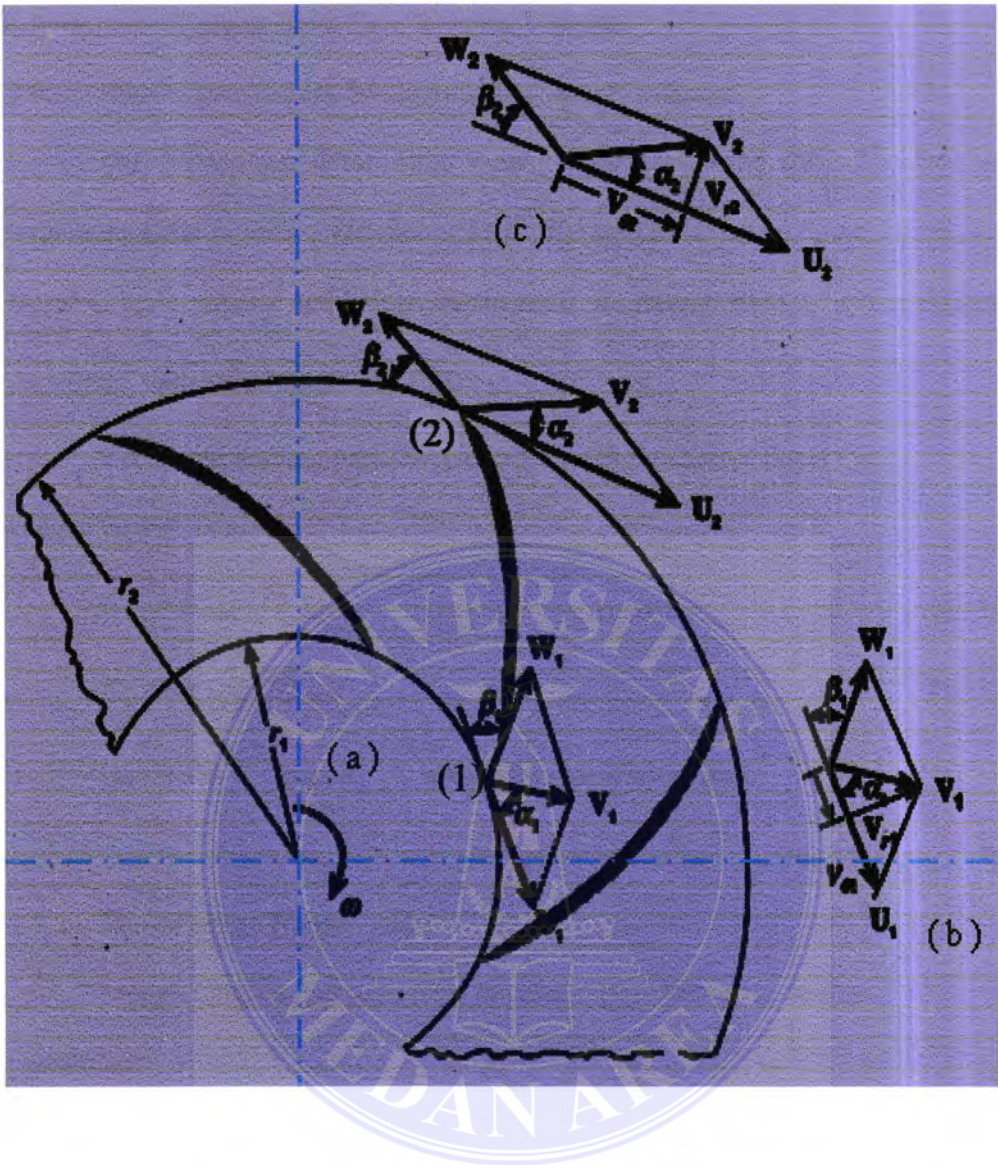
### 2.8 Teori Dasar Impeler

Walaupun aliran yang melalui pompa sangat kompleks (tidak tunak dan dalam tiga dimensi), teori dasar untuk pengoprasian pompa sentrifugal dapat dibuat dengan mengandaikan aliran rata-ratanya sebagai aliran satu dimensi pada saat fluida mengalir diantara sisi masuk dan keluar impeler ketika sudu-sudu berputar.

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.12, untuk salah satu jenis laluan sudu, kecepatan absolute  $V_1$ , dari fluida yang masuk laluan adalah jumlah vektor dari kecepatan keliling sudu  $U_1$ , yang berputar pada lintasan putar dengan kecepatan sudut  $\omega$ , dan kecepatan relatif,  $W_1$  dalam laluan sudu, sehingga  $V_1 = W_1 + U_1$ . Serupa dengan itu pada sisi keluar  $V_2 = W_2 + U_2$ . Terlihat bahwa  $U_1 = r_1 \omega$  dan  $U_2 = r_2 \omega$ . Kecepatan fluida sepanjang bagian masuk dan keluar pada laluan sudu diambil pada kecepatan rata-ratanya. Hubungan antara variasi kecepatan ditunjukkan secara grafis pada gambar 2.12.



Gambar 2.12 Diagram Kecepatan pada sisi masuk dan sisi keluar Impeler.



Gambar 2.13 Diagram Kecepatan pada sisi masuk dan sisi keluar Impeler pompa Sentrifugal.

Dimana :

$V_{\theta_1}$  dan  $V_{\theta_2}$  adalah komponen kecepatan tangensial dari kecepatan absolute,

$V_1$  dan  $V_2$  ( lihat gambar 2.13 b,c ).

## 2.9 Impeler Dengan Sudu Lengkungan Tunggal

### 2.9.1 Pandangan Umum Mengenai Rancangan Impeler

Dari persamaan dasar Euler bahwa total head yang dihasilkan pompa tergantung pada beberapa variabel, seperti : Kecepatan keliling  $U$  , dan kecepatan Busur C pada impeler sisi keluar, Sudut sudu  $\beta$  , jumlah sudu  $z$  , perbandingan  $cu_2 / cu_3$ , dan perbandingan  $d_1 / d_2$ .

Kecepatan keliling pada impeler sisi masuk dan keluar dapat ditentukan dengan rumus :

$$C_{m1} = K_{Cm1} \sqrt{2 gH} \dots\dots\dots(2.11)$$

$$C_{m2} = K_{Cm2} \sqrt{2 gH} \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana  $K_{Cm1}$  dan  $K_{Cm2}$  adalah koefisien kecepatan.

### 2.9.2 Menentukan jumlah sudu

Menghitung jumlah sudu pada impeler dapat ditentukan dengan persamaan:

$$Z = 6,5 \cdot \frac{D_2 + D_1}{D_2 - D_1} \cdot \sin \left( \frac{\beta_1 + \beta_2}{2} \right) \dots\dots\dots(2.13)$$

Dimana :  $Z$  = Jumlah sudu

$D_1$  = Diameter dalam impeler

$D_2$  = Diameter luar impeler

$\beta_m$  = Harga rata-rata sudut

$$\frac{(\beta_1 + \beta_2)}{2}$$

Sehingga diperoleh :

$$Z = 6,5 \cdot \frac{D_2 + D_1}{D_2 - D_1} \cdot \sin \beta_m \dots\dots\dots(2.14)$$

**2.9.3 Perhitungan dimensi impeler**

**A. Impeler sisi masuk**

**1. Diameter mata impeler sisi masuk**

Diameter poros tergantung pada daya yang dipindahkan dan juga nilai kecepatan kritis dan defleksi poros maksimum yang diizinkan. Diameter hub pada sisi masuk dibuat sekecil mungkin supaya aliran yang masuk kedalam mata impeler dibatasi sedikit mungkin. Menurut *Stephen Lazarkiewicz and AT.Troskolanski* bahwa diameter hub dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$D_h = (1,3 - 1,4) \cdot d_{sh} \dots\dots\dots(2.15)$$

Setelah menghitung diameter hub dapat dihitung diameter mata impeler sisi masuk dengan persamaan :

$$D_o = \sqrt{\frac{4 \cdot A'_o}{\pi}} \dots\dots\dots(2.15)$$

**2. Kecepatan tangensial pada impeler sisi masuk**

Kecepatan tangensial pada impeler sisi masuk dapat dihitung dengan rumus :

$$U_1 = \frac{\pi D n}{60} \dots\dots\dots(2.16)$$

**3. Sudut tangensial pada sisi masuk**

Air masuk impeler selalu dianggap secara radial sehingga sudut kecepatan masuk absolute.  $\alpha_1 = 90^\circ$ . Selanjutnya sudut tangensial pada sisi masuk dapat ditentukan

dengan rumus:  $\text{tang } \beta_1 = \frac{V_{r1}}{U_1} \dots\dots\dots(2.17)$

Dan kecepatan relative pada sisi masuk adalah :

$$W_1 = \frac{V_{r1}}{\sin \beta_1} \dots\dots\dots(2.18)$$

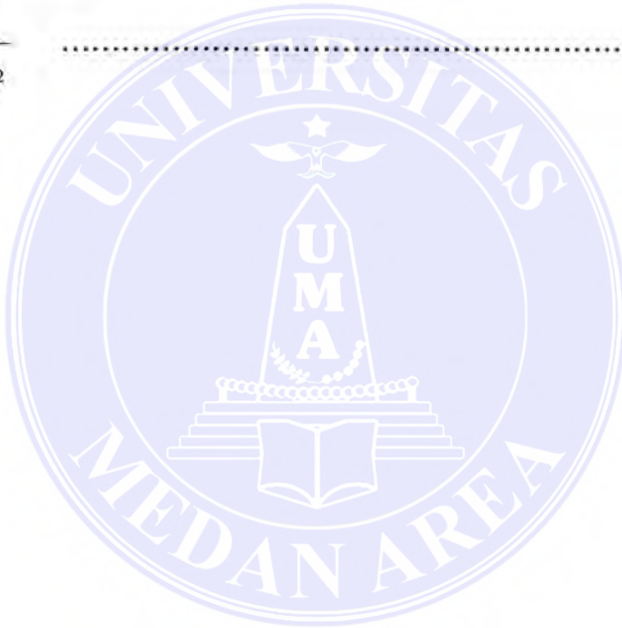
**B. Impeler sisi keluar**

Diameter sisi keluar dapat dihitung dengan persamaan :

$$D_2 = \frac{60 \cdot \phi \sqrt{2 \cdot g \cdot H_p}}{\pi \cdot n_p} \dots\dots\dots(2.19)$$

Dan lebar sisi keluar impeler

$$b_2 = \frac{Q^1}{\pi \cdot D_2 \cdot C_{2r} \cdot \epsilon_2} \dots\dots\dots(2.20)$$



## BAB III

### METODELOGI PENELITIAN

#### 3.1 Metode Analisa

Dalam menganalisa pengaruh sudut masuk terhadap jumlah sudu pada pompa sentrifugal ini, dengan meninjau beberapa literatur yang diperoleh dari beberapa peneliti, seperti lewat media internet, *text book*, referensi peneliti yang membahas mengenai perancangan impeler, dan skripsi-skripsi yang menyinggung analisa sudu pompa. Dari data-data ataupun parameter yang didapat, sehingga dilakukan penganalisaan data untuk menentukan jumlah sudu terhadap pengaruh sudut masuk.

#### 3.2 Tahap Persiapan

Tahap persiapan yang dilakukan dalam melakukan penulisan adalah:

- Studi literatur, bagian ini membahas mengenai teori-teori dan persamaan-persamaan yang mendukung dalam menganalisa pengaruh sudut masuk terhadap jumlah sudu pada sudu pompa sentrifugal.
- Pembuatan proposal tugas akhir.

#### 3.3 Tahap Pengumpulan Data

Tahapan – tahapan kegiatan yang dilaksanakan selama penulisan yaitu tahap pengumpulan data seperti, penentuan referensi yang tepat sebagai rujukan, artikel yang memuat tentang sudu pompa dan diskusi yang dilakukan dengan beberapa teknisi lapangan.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

### 3.4 Tahap Analisa

Analisa yang dilakukan dalam menentukan jumlah sudu pada sudu pompa sentrifugal adalah sebagai berikut :

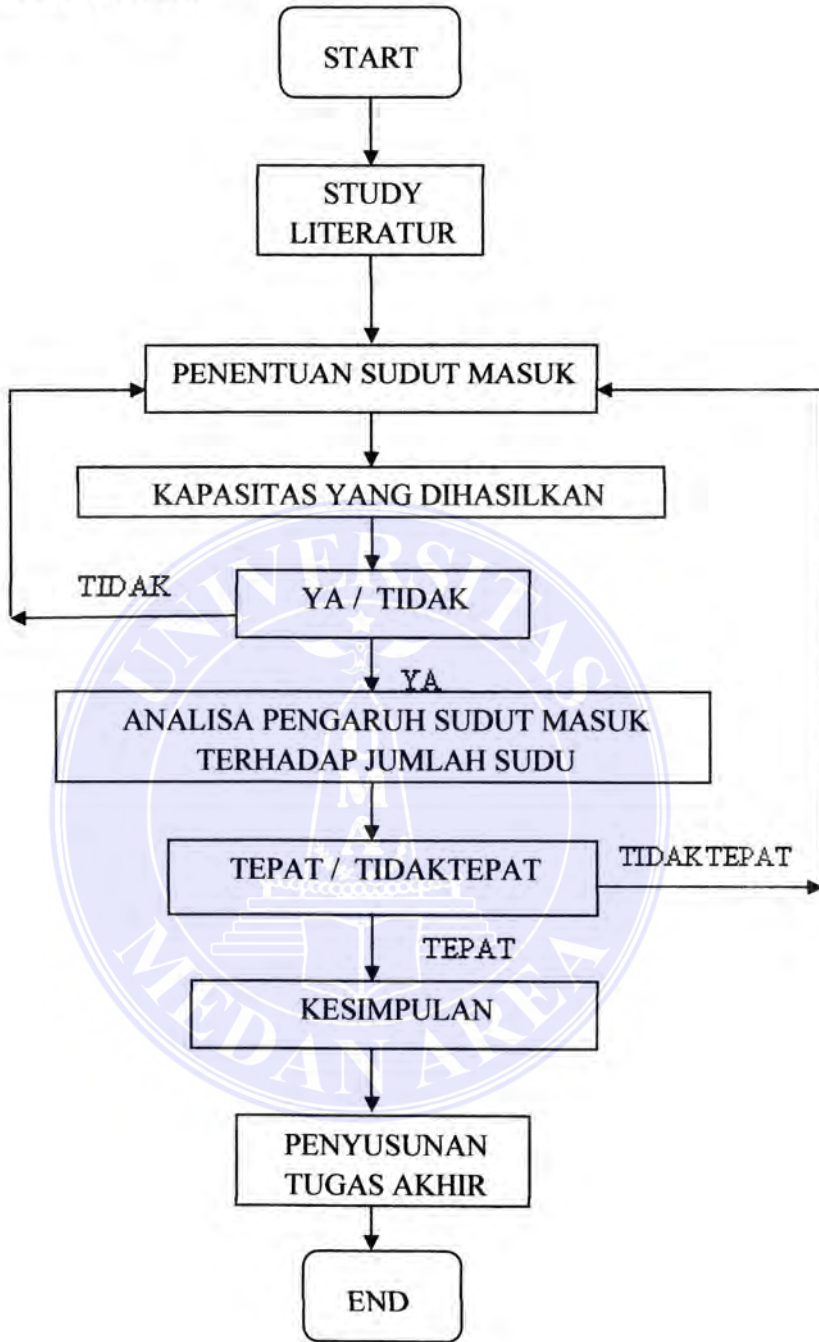
- ❖ Prinsip kerja pompa
- ❖ Kapasitas pompa (  $Q_p$  )
- ❖ Analisa sisi masuk sudu pompa sentrifugal (  $\beta_1$  )
- ❖ Analisa sisi keluar sudu pompa sentrifugal (  $\beta_2$  )
- ❖ Analisa jumlah sudu (  $z$  ) dan tebal sudu (  $s$  ).

### 3.5 Tahap Penyusunan Tugas Akhir

Tahap penyusunan laporan merupakan tahap akhir dari kegiatan penulisan yaitu mengkomplikasikan hasil analisa dari beberapa referensi sehingga diperoleh data yang selanjutnya diinterpretasi dalam bentuk laporan akhir yang melampirkan tabel dan grafik.



### 3.6 Diagram Alir Penulisan



Gambar 3.1 Diagram alir Analisa pengaruh sudut masuk terhadap jumlah sudu pada Pompa Sentrifugal.

### 3.7 Jadwal Kegiatan Proposal Awal dan Pembuatan Tugas Akhir

Muhammad Irfan - Analisa Pengaruh Sudut Masuk Terhadap Jumlah Sudu Pada Pompa Sentrifugal

No.	KEGIATAN	BULAN							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	Studi Literatur Proposal awal	x	x	x	x	x			
2	Pembuatan Proposal	x	x	x					
3	Seminar Proposal Awal			x					
5.	Revisi Seminar Proposal				x	x			
6	Analisa Hasil				x	x			
7	Seminar Hasil						x		
8	Revisi Seminar Hasil							x	
9	Sidang Sarjana								x

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 19/9/23

Access From (repository.uma.ac.id)19/9/23

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan pada analisa sudu pompa yang telah diselesaikan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat dituliskan data-data tersebut sebagai berikut :

##### I . Spesifikasi Pompa

1. Jenis pompa : Pompa sentrifugal
2. Kapasitas Pompa :  $297 \text{ m}^3/\text{jam} = 0.0825 \text{ m}^3/\text{det}$
3. Head Pompa : 16 m
4. Jumlah Tingkat : Single Stage (Satu Tingkat)
5. Putaran Pompa : 1480 rpm
6. Daya Pompa : 15,32 Kw

##### II . Impeler

- Bahan : Baja tahan karat (stainlees steel )
- Diameter poros (ds) : 28 mm
- Diameter hub ( $d_h$ ) : 37 mm
- Diameter mata impaler ( $d_o$ ) : 182 mm.
- Diameter sisi masuk ( $d_1$ ) : 131 mm
- Diameter sisi keluar ( $d_2$ ) : 250 mm
- Lebar laluan sisi masuk ( $b_1$ ) : 59,4 mm

- Lebar laluan sisi keluar ( $b_2$ ): 38,2 mm

### III . Variasi sisi masuk impeler

#### A.

- Sisi masuk impeler ( $\beta_{1A}$ ) : 18°
- Kecepatan sisi masuk ( $c_{m1A}$ ) : 3,25 m/det
- Kecepatan relatif sisi masuk ( $W_{1A}$ ) : 10,51 m/det
- Kecepatan tangensial sisi masuk( $\mu_1$ ) : 10,15 m /det
- Sudut masuk absolut ( $\alpha_1$ ) : 90°
- Jumlah sudu (z) : 7 buah
- Jarak antara sudu sisi masuk ( $t_1$ ) : 51 mm
- Jarak antara sudu sisi keluar ( $t_2$ ) : 98 mm
- Head (H) : 28,5 m
- Kapasitas (Q) : 0,08 m<sup>3</sup>/det
- Efisiensi ( $\eta$ ) : 77 %

#### B.

- Sisi masuk impeler ( $\beta_1$ ) : 20°
- Kecepatan sisi masuk ( $c_{m1}$ ) : 3,72 m/det
- Kecepatan relatif sisi masuk ( $W_1$ ) : 10,87 m/det
- Kecepatan tangensial sisi masuk( $\mu_1$ ) : 10,15 m /det
- Sudut masuk absolut ( $\alpha_1$ ) : 90°
- Jumlah sudu (z) : 8 buah

- Jarak antara sudu sisi masuk ( $t_1$ ) : 51 mm
- Jarak antara sudu sisi keluar ( $t_2$ ) : 98 mm
- Head (H) : 28 m
- Kapasitas (Q) : 0,10  $m^3$  /det
- Efisiensi ( $\eta$ ) : 78 %

## C.

- Sisi masuk impeler ( $\beta_{1c}$ ) : 25°
- Kecepatan sisi masuk ( $c_{m1c}$ ) : 4,70 m/det
- Kecepatan relatif sisi masuk ( $W_{1c}$ ) : 11,12 m/det
- Kecepatan tangensial sisi masuk ( $\mu_1$ ) : 10,15 m/det
- Sudut masuk absolut ( $\alpha_1$ ) : 90°
- Jumlah sudu (z) : 9 buah
- Jarak antara sudu sisi masuk ( $t_1$ ) : 51 mm
- Jarak antara sudu sisi keluar ( $t_2$ ) : 98 mm
- Head (H) : 27,5 m
- Kapasitas (Q) : 0,12  $m^3$  /det
- Efisiensi ( $\eta$ ) : 79 %

## IV. Sisi keluar impeler

- Sisi masuk impeler ( $\beta_2$ ) : 27°
- Kecepatan sisi masuk ( $c_{m2}$ ) : 3,10 m/det
- Kecepatan relatif sisi masuk ( $W_2$ ) : 6,82 m/det

- Kecepatan tangensial sisi masuk ( $\mu_2$ ) : 19,35 m /det
- Kecepatan tangensial sudut keluar impeler ( $c_{U2}$ ) : 13,286 m /det
- Kecepatan konstant sudut keluar ( $c_2$ ) : 13,78 m /det
- Sudut keluar absolut ( $\alpha_1$ ) :  $13^\circ$

## 5.2 Saran

1. Head yang optimum yang dihasilkan adalah pada  $\beta_1 > 90^\circ$ , tetapi pada pelaksanaan, efisiensinya sangat rendah. Sedangkan pada  $\beta_1 < 90^\circ$ , efisiensinya sangat tinggi. (*Fluid Flow Machines*, hal 133).
2. Jumlah sudu impeler akan mempengaruhi kapasitas aliran pada suatu pompa tertentu.
3. Jika jumlah sudu yang besar (banyak), maka hal ini akan terjadi persempitan lubang laluan fluida dan kerugian gesekan. (*Pompa, oleh Hendradji*; hal 125).

Dan disamping itu ketebalan sudu yang besarnya sekitar 2 mm - 6mm juga akan mempengaruhi laju aliran fluida (Fritz Ditzel; hal 261).

Jika jumlah sudu yang kecil (sedikit) maka sudu – sudu tidak dapat memberikan antaran yang baik kepada zat cair (*Pompa, oleh Hendradji*; hal 125).

## DAFTAR PUSTAKA

1. Fritz Diesel, *Turbin, Pompa dan Kompresor*, cetakan kedua, (terjemahan oleh Dakso Sriyono), Penerbit Erlangga Jakarta, 1990.
2. Hendradji, *POMPA*, Pustaka Beta, Kebayoran Baru, Jakarta, 1952.
3. Rao N S Govinda, *Fluid Flow Machines*., Tata Mc Graw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi. 1986.
4. R.munson Bruce, F.Young,H.Okiishi Theodore, *Mekanika Fluida*, Edisi ke empat Jilid 2 , Second Edition, Erlangga,Jakarta, 2005.
5. Stephen Lazarkiewicz and AT.Troskolanski “ *IMPELLER PUMPS* “.
6. Sularso Tahara Haruo, “*Pompa dan Kompresor, pemakaian dan pemeliharaan* “PT. Pradya Paramita, Jakarta, 1983.