

PENGARUH DIAMETER IMPELLER TERHADAP PERFORMANCE POMPA SENTRIFUGAL

TUGAS AKHIR

***Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Ujian Sarjana***

Oleh :

DEPRI ALEXANDER
05.813.004



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN 2010**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/8/23

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 adalah mesin fluida yang banyak digunakan dalam mengalirkan fluida *incompressible* dari tempat rendah ke tempat yang lebih tinggi. Zat cair hanya mengalir bila terdapat perbedaan tekanan tertentu. Untuk membangkitkan perbedaan tekanan tersebut dapat dibantu oleh pompa. Pompa sentrifugal mempunyai impeller untuk mengangkat zat cair dari tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi. Head akan menarik zat cair karena daya dari luar diberikan kepada poros pompa untuk memutar impeller didalam zat cair. Pengambilan data yang dilakukan secara deskriptif, dimana dalam penelitian ukuran diameter impeller bervariasi yaitu 56 mm, 58 mm dan 60 mm. Proses yang dilakukan dalam metode eksperimen ini menghasilkan variabel yang nilainya terdapat perubahan akibat perbedaan ukuran diameter impeller yaitu tekanan pompa, kapasitas pompa dan daya pompa. Perubahan ini dapat dilihat pengaruhnya terhadap *performance* pada pompa. Efisiensi pompa terjadi kenaikan sesuai dengan besar diameter impeller pada pompa sentrifugal.

Kata kunci : Pompa, Impeller, Kapasitas, Performance

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR NOTASI	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pompa	4
2.2 Klasifikasi Pompa	5
2.2.1 Pompa Tekanan Statis	5
2.2.2 Pompa Tekanan Dinamis	8
2.3 Kajian Fundamental Pompa Sentrifugal	13
2.3.1 Teori Dasar Pompa Sentrifugal	13
2.3.2 Cara Kerja Pompa Sentrifugal	14
2.3.3 Segitiga Aliran Kecepatan Fluida	15
2.3.4 Persamaan Utama Pada Mesin Arus Aliran Fluida (Persamaan Euler)	17
2.3.5 Hubungan Tinggi Kenaikan H Dengan Kerja Spesifik	18
2.4 Performance Pompa Sentrifugal	19
2.4.1 Efisiensi Pompa	19
2.4.2 Kapasitas Pompa	20
2.4.3 Daya Pompa	20
2.5 Impeller	21
2.5.1 Impeller Type Radial	21
2.5.2. Impeller Type Francis	21
2.5.3. Impeller Type Mix Flow	22
2.5.4. Impeller Type Aksial atau Propeller	23
2.6 Kecepatan Spesifik	23
2.7 Rumah Pompa	24
2.7.1 Pompa Volute (Rumah Keong)	24
2.7.2. Pompa Diffuser	25
2.7.3 Pompa Aliran Campuran Jenis Volute	26

2.8	Kavitasi Pompa	27
BAB 3	METODE PENELITIAN	30
3.1	Persiapan Pendahuluan	31
3.2	Pengujian dan Pengambilan Data	32
3.3	Peralatan dan Bahan	33
3.3.1.	Peralatan Utama	33
3.3.2	Bahan	39
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1.	Hasil Analisa Eksperimen	44
4.1.1	Analisa Terhadap Tekanan Pompa	45
4.1.2	Analisa Kapasitas Pompa	47
4.1.3	Analisa Daya Pompa	48
4.1.3.1	Daya Indikator Pompa	48
4.1.3.2	Daya Hidrolik Pompa	49
4.1.4	Efisiensi Pompa	50
4.2	Pembahasan Analisa Eksperimen	51
4.3	Kecepatan Segitiga Spesifik	57
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	59
5.1	Kesimpulan	59
5.2	Saran	60
DAFTAR PUSTAKA		

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Pompa adalah mesin fluida yang banyak digunakan untuk mengalirkan fluida *incompressible* dari suatu tempat rendah ke tempat yang lebih tinggi. Bila ditinjau dari tekanan yang menimbulkan energi fluida, maka pompa dapat diklasifikasikan kedalam dua jenis yaitu pompa tekanan statis dan pompa tekanan dinamis.

Pompa sentrifugal termasuk kedalam pompa tekanan dinamis, dimana pompa jenis ini memiliki *impeller* yang berfungsi untuk mengangkat fluida dari tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi. *Impeller* mempunyai peranan yang sangat penting didalam kinerja pompa sentrifugal, dimana daya dari luar diberikan ke poros untuk memutar *impeller* di dalam rumah pompa, maka fluida yang berada di sekitar *impeller* juga akan ikut berputar akibat dari dorongan sudu – sudu *impeller*. Karena timbulnya gaya sentrifugal maka fluida mengalir dari tengah *impeller* keluar melalui saluran diantara sudu – sudu *impeller*. Head fluida akan bertambah besar karena fluida mengalami percepatan. Fluida yang keluar dari *impeller* ditampung oleh saluran yang berbentuk volute dan disalurkan keluar melalui nosel dengan mengubah kecepatan aliran fluida menjadi head tekanan

Performance pompa mengalami perubahan sesuai dengan daya dari luar yang diberikan kepada poros. Adanya perubahan putaran akan mengakibatkan kapasitas yang dihasilkan oleh pompa mengalami peningkatan atau penurunan. Akibat perubahan ini juga akan berpengaruh terhadap variabel lain sehingga mengakibatkan efisiensi pompa tidak akan stabil. Sistem seperti ini akan bekerja efektif apabila terdapat ukuran *impeller* ideal dalam pompa. Ukuran ideal *impeller* pompa akan mempengaruhi *performance* pompa.

1.2 Rumusan Masalah

Dengan mempertimbangkan permasalahan yang telah teridentifikasi, maka penulis dapat merumuskan permasalahan yaitu untuk mencari pengaruh ukuran diameter *impeller* terhadap *performance* pompa.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penulisan tugas akhir ini adalah untuk mengetahui dan melihat *performance* pompa terhadap ukuran diameter *impeller* pompa setelah dilakukan perhitungan.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Memudahkan masyarakat menaikan air dari tempat yang rendah ke tempat yang tinggi.
2. Sebagai home industri bagi masyarakat

3. Untuk membantu kerja masyarakat dalam pengairan irigasi dan untuk penyiraman tanaman.

1.5. Sistematika Penulisan

Agar lebih mudah dipahami dalam pembuatan tugas akhir ini, penulis membuat sistematika penulisan yang berkenaan dengan penelitian, yaitu :

Bab 1 yaitu pendahuluan, pada bab ini diuraikan tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian dan manfaat penelitian, bab 2 yaitu tinjauan pustaka, menguraikan tentang pompa, klasifikasi pompa udara dan lain sebagainya yang dimana didalamnya menguraikan mengenai dasar teori yang dilakukan dalam penelitian, bab 3 yaitu Metode penelitian, bab ini berisikan persiapan pendahuluan, peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian, bab 4 yaitu hasil dan pembahasan dari penelitian, bab 5 yaitu kesimpulan dan saran dalam penelitian.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pompa

Pompa merupakan suatu mesin – mesin fluida yang berfungsi untuk mengalirkan atau memindahkan fluida dari tempat yang bertekanan rendah ke tempat yang bertekanan tinggi. Mesin – mesin fluida yang berfungsi untuk merubah energi mekanik menjadi energi potensial atau sebaliknya, apakah ini dalam bentuk energi potensial atau energi mekanik maupun energi kinetis. Mesin – mesin fluida dapat digolongkan sebagai berikut :

1. Golongan mesin kerja, yaitu berfungsi untuk merubah energi mekanis menjadi energi potensial, seperti blower, kompressor, dan lain-lain.
2. Golongan mesin tenaga yang berfungsi untuk merubah energi potensial menjadi energi mekanis seperti turbin air, turbin uap, kincir angin dan lain-lain.

Pada pompa, lingkup penggunaannya sangat luas dengan berbagai kebutuhan terhadap kapasitas dan tinggi kenaikan yang berbeda-beda, kadang-kadang pompa harus dibuat secara khusus, agar sesuai dengan kebutuhan terhadap kapasitas pompa yang diperlukan, tinggi kenaikan dan bahan (fluida) yang akan dipompa, serta terdapat juga persyaratan khusus dari tempat di mana pompa tersebut akan dipasang, dari kemungkinan pemilihan mesin penggerak pompa dan dari masalah perawatan pompa tersebut.

Dalam hal ini pembahasan pompa tidak terlepas dari pembahasan pipa isap (*suction pipe*) dan pipa tekan (*discharge pipe*) yang secara keseluruhan juga tentang pemompaan (*pumping system*).

2.2 Klasifikasi Pompa

Bila ditinjau dari segi tekanan yang menimbulkan energi fluida maka pompa dapat diklasifikasikan dalam 2 jenis yaitu :

- a. Pompa Tekanan Statis
- b. Pompa Tekanan Dinamis

2.2.1 Pompa Tekanan Statis

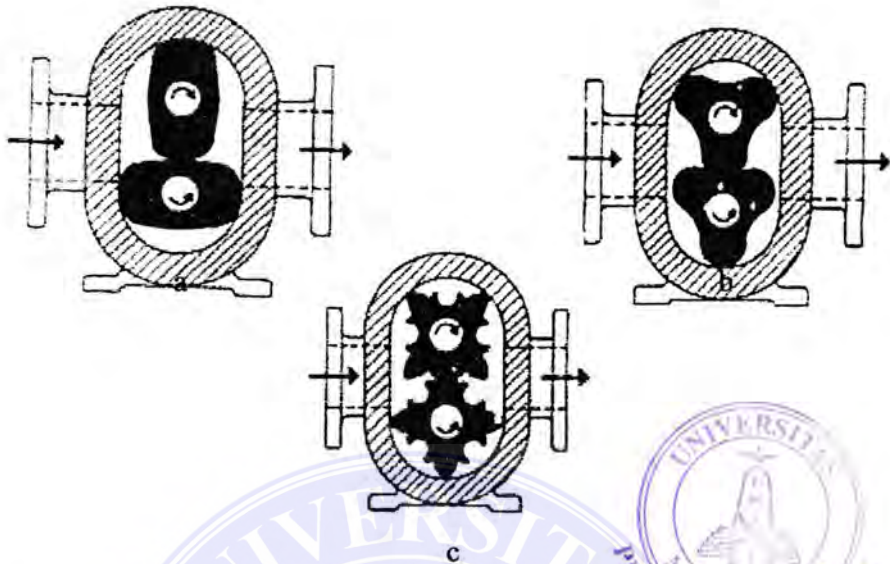
Pompa ini disebut juga "*positive displacement pump*" dimana head yang terjadi akibat tekanan yang diberikan terhadap fluida dengan cara energi yang di berikan pada bagian utama peralatan pompa menekan langsung fluida yang di pompakan. Jenis pompa yang termasuk dalam golongan statis adalah :

- a. Pompa putar (*Rotary Pump*)
 - Pompa Rotor Tunggal (*Single Rotor Pump*)
 - Pompa Rotor Ganda (*Multiple Rotor Pump*)
- b. Pompa Bolak – Balik (*Reciprocating Pump*)
 - Pompa Piston
 - Pompa Diafragma

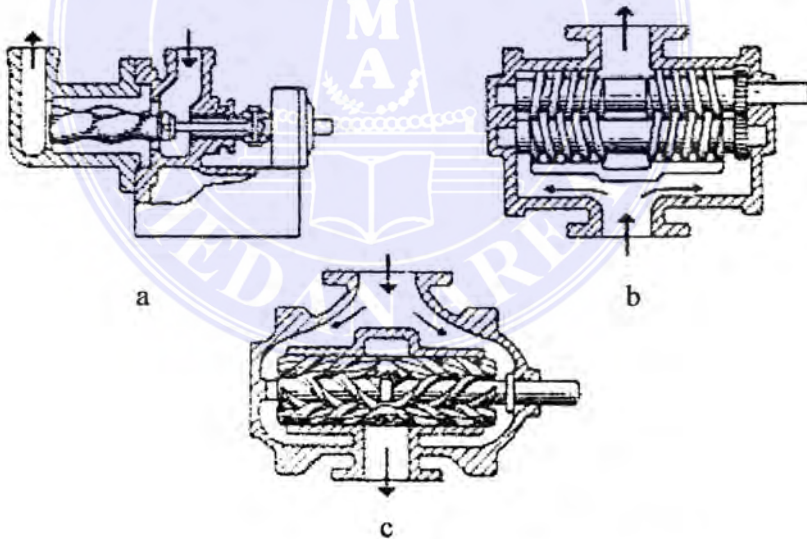
a. Pompa Putar (*Rotary Pump*)

Pompa rotari terdiri dari rumah pompa yang diam dan mempunyai roda gigi, baling – baling, piston, kam (*cam*), segmen, sekrup, dan lain sebagainya yang beroperasi dalam ruang bebas (*clearance*) yang sempit. Sebagai ganti cairan pada pompa sentrifugal, pompa rotari akan memerangkap cairan, mendorongnya melalui rumah pompa yang tertutup, hampir sama dengan piston pompa torak. Akan tetapi, tidak seperti pompa piston, pompa rotari mengeluarkan aliran dengan aliran yang lancar (*smooth*). Sering dianggap sebagai pompa untuk cairan kental, pompa rotari bukan terbatas pada bagian ini saja. Pompa ini akan mengalirkan hampir setiap cairan yang tidak mengandung bahan – bahan padat atraktif dan keras.

Susunan penggerak pompa rotari untuk desain aneka poros (*multishaft*) terdiri dari dua jenis. Elemen pemompa pada poros yang digerakkan dapat menggerakkan elemen pasangannya pada poros yang bebas akan tetapi, bila bahan – bahan abrasif yang ada di dalam cairan itu dapat menyebabkan keausan yang berlebihan atau bila elemen pemompa itu fleksibel, roda gigi pengatur waktu (*timing gear*) akan menggerakkan poros yang bebas tadi. Ini akan memungkinkan elemen – elemen pemompa beroperasi dalam ruang bebas yang sempit tanpa terjadinya persentuhan yang keras. Adapun bentuk dari pompa putar dapat dilihat pada gambar 2.1 dan 2.2.



Gambar 2.1 : (a) Pompa Putar 2 Cuping ; (b) Pompa Putar 3 Cuping ;
(c) Pompa Putar 4 Cuping



Gambar 2.2 : (a) Pompa Sekrup Tunggal ; (b) Pompa Sekrup Ganda ;
(c) Pompa Tioga Sekrup

b. Pompa Bolak – Balik (*Reciprocating Pump*)

Pompa bolak – balik mempunyai bagian utama berupa torak atau diafragma yang bergerak bolak balik didalam silinder untuk dapat mengalirkan fluida. Pompa ini dilengkapi dengan katub – katub, dimana fluida bertekanan rendah didisap melalui katup isap keruang silinder, kemudian ditekan oleh torak atau diafragma hingga tekanan statisnya naik dan sanggup mengalirkan fluida keluar melalui katub tekan. Bentuk pompa tersebut dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Pompa Bolak – Balik (*Reciprocating Pump*)

2.2.2 Pompa Tekanan Dinamis

Pompa ini disebut juga dengan “ *Non Positive Displacement Pump*”, pompa tekanan dinamis terdiri dari poros, sudu – sudu *impeller*, rumah volut dan saluran keluar. Energi mekanis dari luar diberikan pada poros pompa untuk memutar *impeller*. Akibat putaran dari *impeller* menyebabkan head dari fluida menjadi lebih tinggi karena mengalami percepatan.

Ditinjau dari arah aliran yang mengalir melalui sudu – sudu gerak, maka pompa tekanan dinamis digolongkan atas tiga bagian, yaitu :

a. Pompa Aliran Radial

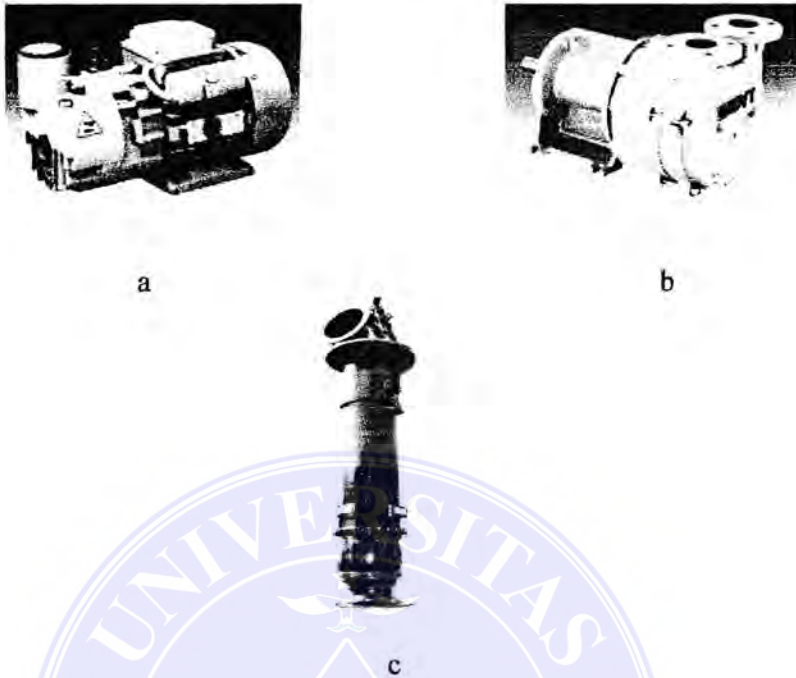
Arah aliran dalam sudu geraknya terletak pada bidang yang tegak lurus terhadap poros dan head yang timbul akibat dari gaya sentrifugal itu sendiri. Pompa aliran radial mempunyai head yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan pompa jenis lain.

b. Pompa Aliran Aksial

Arah aliran dalam sudu geraknya terletak pada bidang yang sejajar dengan sumbu poros dan head yang timbul akibat dari besarnya gaya angkat dari sudu – sudu geraknya. Pompa aliran aksial mempunyai head yang lebih rendah tetapi kapasitasnya lebih besar.

c. Pompa Aliran Campuran

Pada pompa ini fluida yang termasuk sejajar dengan sumbu poros dan keluar sudu dengan arah miring (campuran radial dan aksial). Pompa ini mempunyai head lebih rendah namun mempunyai kapasitas lebih besar. Adapun contoh bentuk dari jenis pompa tersebut dapat dilihat pada gambar 2.4



Gambar 2.4 (a) Pompa Aliran Radial ; (b) Pompa Aliran Aksial ;
(c) Pompa Aliran Campuran

Jadi prinsip kerja dari pompa tekanan dinamis adalah dengan mengubah energi mekanis dari poros menjadi energi fluida, dan energi inilah yang menyebabkan pertambahan head tekanan, head kecepatan dan head potensial pada fluida yang mengalir secara kontiniu.

Pada pompa tekanan dinamis terjadinya aliran fluida adalah akibat dari kenaikan tekanan dalam fluida, bukan akibat pergeseran volume *impeller* pemindahnya seperti yang terjadi pada pompa tekanan statis. Pada pompa tekanan dinamis dijumpai poros putar dengan kurungan sudu disekelilingnya, dan melalui

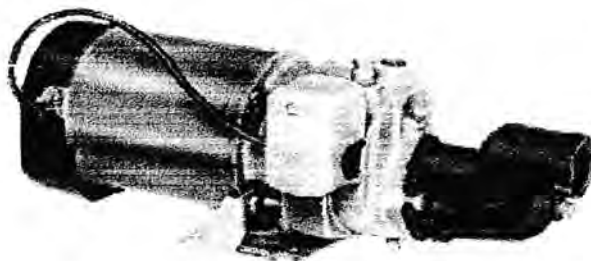
sudu – sudu inilah fluida mengalir secara kontiniu. Secara umum pompa tekanan dinamis dapat digolongkan atas :

a. Pompa Efek Khusus

Pompa efek khusus merupakan salah satu jenis pompa tekanan dinamis, dimana tekanan di dalam fluida terjadi secara spesifik. Beberapa contoh pompa dari jenis ini adalah zet, pompa elektro maknetik, hidrolik pump dan gas *lift pump*.

Pompa elektro maknetik menggunakan prinsip elektro maknetik untuk memindahkan fluidanya. Sehingga yang biasa dipompakan adalah cairan metal. Pompa jenis ini banyak digunakan dalam instalasi nuklir. Kelebihan pompa jenis ini dapat memompakan fluida panas dan tidak mempunyai bagian yang bergerak sehingga tidak terlalu bising.

Pompa zet umumnya dikombinasikan bekerja bersama – sama dengan pompa sentrifugal. Karena dengan kombinasi ini diperoleh beberapa keuntungan, baik dari segi mekanis maupun hidrolis. Keuntungan mekanis adalah tidak ada bagian yang bergerak di dalam sumur dimana pompa ini bisa digunakan. Salah satu pompa dari jenis efek khusus dapat dilihat pada gambar 2.5.

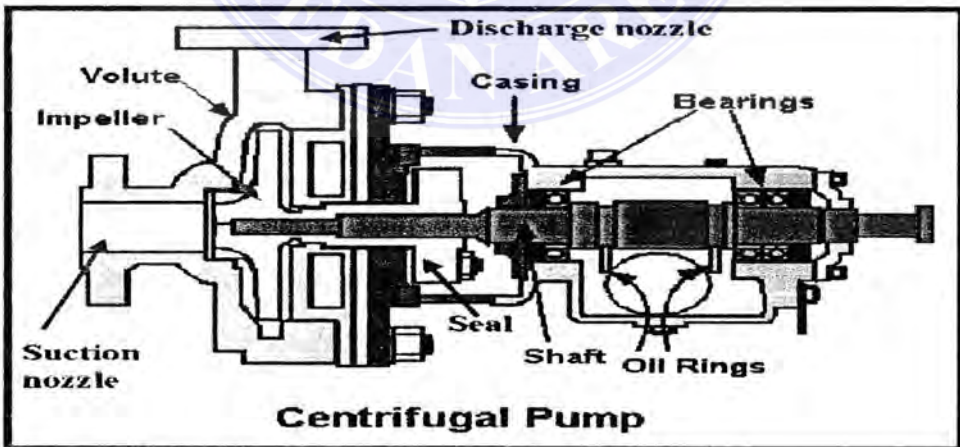


Gambar 2.5 Pompa Zet

b Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal adalah pompa yang mempunyai *impeller* (baling – baling) untuk mengangkat zat cair dari posisi head yang lebih rendah ke head yang lebih tinggi atau sebaliknya. Untuk keperluan itu poros menerima daya luar untuk memutar *impeller* tersebut. Akibat dari putaran poros tersebut maka zat cair yang ada dalam *impeller* oleh dorongan sudu – sudu ikut berputar. Karena timbul gaya sentrifugal maka zat cair selanjutnya diarahkan oleh saluran yang berbentuk *volute* disekeliling *impeller* menuju flens tekan. Didalam saluran ini sebagian head kecepatan aliran diubah menjadi head tekan.

Dari uraian diatas, jelas bahwa pompa sentrifugal dapat merubah energi mekanik dalam bentuk kerja poros menjadi potensial. Energi inilah yang menghasilkan pertambahan head tekan, head kecepatan dan head potensial pada zat cair yang mengalir secara kontiniu. Bentuk dari pompa sentrifugal dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Pompa Sentrifugal

2.3 Kajian Fundamental Pompa Sentrifugal

2.3.1 Teori Dasar Pompa Sentrifugal

Menurut proses perpindahan energi dan benda cair sebagai bahan aliran maka pompa sentrifugal termasuk mesin fluida hidraulik. Hal ini bisa diketahui dari proses perpindahan tenaga didalam sudu-sudu, roda jalan adalah akibat dari pembelokan arus aliran fluida

Pompa sentrifugal bekerja dengan mengambil daya dari mesin penggerak pompa untuk memutar roda jalan (*impeller*). Di dalam roda jalan fluida mendapat percepatan sedemikian rupa sehingga fluida tersebut mempunyai kecepatan mengalir keluar dari sudu-sudu roda jalan. Kecepatan keluar fluida ini selanjutnya akan berkurang dan berubah menjadi tinggi kenaikan H di sudu-sudu pengarah. Besarnya tekanan yang timbul tergantung dari kecepatan fluida, yang dengan persamaan :

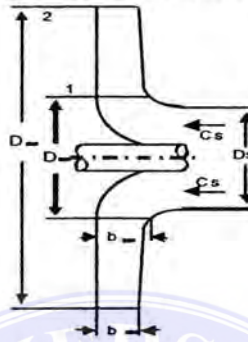
$$P = \rho \times g \times h \quad (\text{N/m}^2) \quad (2.1)$$

Untuk mencegah gesekan yang timbul sehingga gaya gesek mengakibatkan tinggi kenaikan berkurang maka kecepatan aliran dibatasi. Selain itu besarnya kecepatan keliling dari *impeller* juga terbatas.

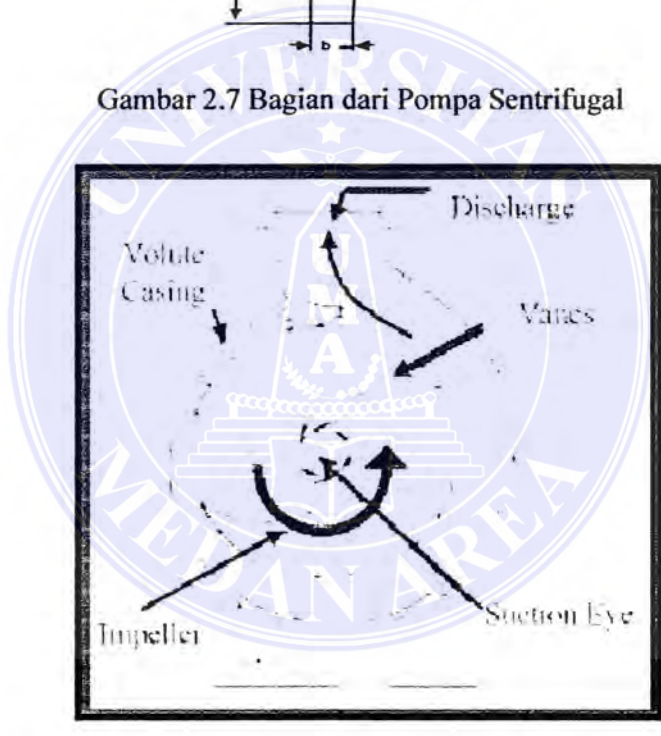
Bila tinggi kenaikan pompa lebih besar dari 100 m kolom zat cair, maka pompa harus dibuat beberapa tingkat berturut turut dan dihubungkan menjadi satu. Tingkat tersebut terdiri dari *impeller* dan diikuti oleh sudu pengarah statis, kemudian sudu pembalik yang fungsinya membalikkan aliran fluida untuk dihantarkan kesisi bagian hisap tingkat berikutnya. Supaya perhitungan dalam pembuatan lebih mudah maka semua tingkat ukuran dibuat sama.

2.3.2 Cara Kerja Pompa Sentrifugal

Pada gambar 2.7 dapat dilihat bagian – bagian pompa sentrifugal dan pada gambar 2.8 menjelaskan mengenai lintasan aliran pompa sentrifugal.



Gambar 2.7 Bagian dari Pompa Sentrifugal



Gambar 2.8 Lintasan Aliran Pompa Sentrifugal

Dari gambar 2.7 dapat dijelaskan bahwa cara kerja pompa sentrifugal ialah dimana fluida masuk melalui saluran hisap D_s kemudian dalam arah aliran aksial mengalir masuk kedalam *impeller* dengan kecepatan terbatas C_s . Sudu pompa di

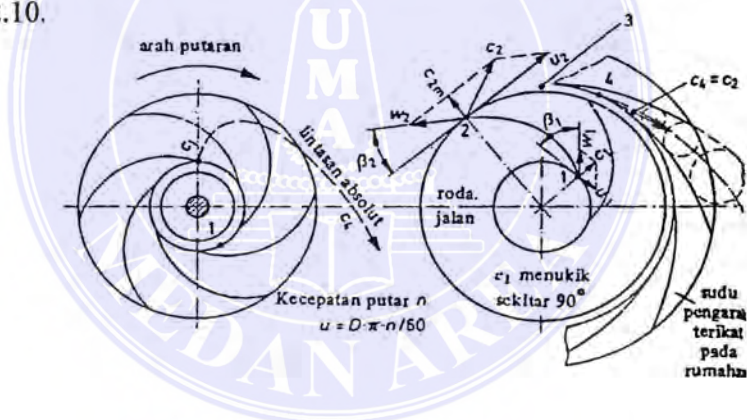
mulai dari D_1 , lebar sudunya b_1 . Kecepatan mutlak mengalirnya fluida C_1 dan luas penampang yang dilalui aliran fluida = $D_1 \times \pi \times b_1$; maka menurut persamaan kontinuitas didapat :

$$b_1 = \frac{Q}{D_1 \times \pi \times C_1} \tag{2.2}$$

Dengan adanya sudu penampang yang dilewati fluida menjadi semakin sempit dan dengan demikian kecepatan fluida mengalir masuk naik sekitar 10 %.

2.3.3 Segitiga Aliran Kecepatan Fluida

Gambaran mengenai segitiga kecepatan aliran fluida dapat dilihat pada gambar 2.10.



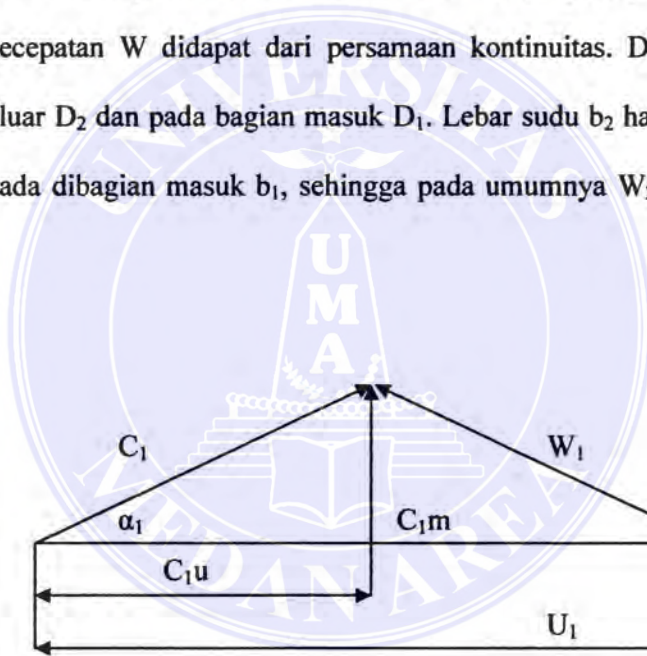
Gambar 2.9 Segitiga Aliran Kecepatan Fluida

Pada titik 1 dari gambar 2.9 diperoleh kecepatan aliran fluida masuk C_1 yang arahnya tegak lurus U_1 di dapat dari :

$$U_1 = \frac{D_1 \times \pi \times n}{60} \tag{2.3}$$

Dari titik 1 (pada gambar 2.9) fluida mengalir ke bagian belakang dari sudu *impeller* yang melengkung, supaya mendapatkan penghantaran dan pengaliran yang baik maka jumlah sudu *impeller* harus tertentu, karena adanya gaya sentrifugal pada sudu *impeller*.

Jadi akibat dari berputarnya *impeller* dengan kecepatan U dan bentuk sudu *impeller* yang sedemikian rupa didapat kecepatan relative aliran fluida dibagian masuk saluran sudu *impeller* W_1 dan saluran keluar W_2 seperti pada gambar 2.10. Besarnya kecepatan W didapat dari persamaan kontinuitas. Diameter *impeller* dibagian keluar D_2 dan pada bagian masuk D_1 . Lebar sudu b_2 hanya sedikit lebih kecil dari pada dibagian masuk b_1 , sehingga pada umumnya W_2 lebih kecil dari W_1 .



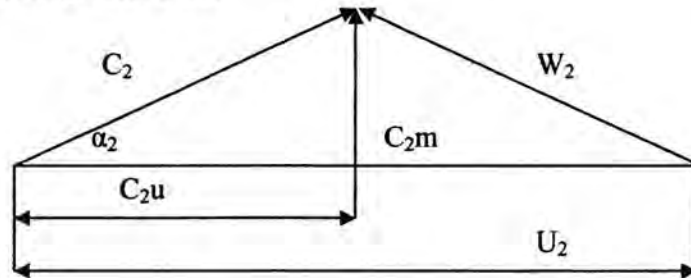
Gambar 2.10 Segitiga Kecepatan Aliran Fluida Masuk *Impeller*

Pada titik 2 dari gambar 2.11, fluida mempunyai kecepatan keluar mutlak

C_2 . Kecepatan keliling *impeller* pada sisi keluar U_2 adalah :

$$U_2 = \frac{D_2 \times \pi \times n}{60} \tag{2.4}$$

Untuk pompa sentrifugal sudut *impeller* yang berguna adalah $15^{\circ} - 30^{\circ}$ maksimum sampai 50° . Uraian mengenai segitiga kecepatan aliran keluar *impeller* dapat dilihat pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 Segitiga Kecepatan Aliran Fluida Keluar *Impeller*

Jika pompa dibuat bertingkat, sesudah keluar dari sudu fluida melalui ruang tanpa sudu dan sampai didalam sudu pengarah dengan kecepatan aliran fluida C_4 . Tapi bila konstruksi pompa dibuat sederhana dimana fluida yang keluar dari *impeller* langsung masuk kedalam rumah pompa, maka kecepatan mutlak aliran fluida keluar C_2 harus diarahkan sedemikian rupa, perpindahan fluida dari *impeller* kerumah pompa sedapat mungkin bisa bebas tanpa tumbukan.

2.3.4 Persamaan Utama Pada Mesin Arus Aliran Fluida (Persamaan Euler)

Perpindahan energi didalam sudu *impeller* adalah dari momen puntir yang bekerja pada poros diteruskan sedemikian rupa oleh sudu *impeller* sehingga menimbulkan kecepatan absolute fluida C_{2u} dan C_{1u} (sudu *impeller* bekerja sebagai tuas untuk meneruskan momen puntir poros dan menimbulkan arus kecepatan fluida).

Menurut kaidah impuls, pada umumnya momen puntir diantara sisi bagian luar dan sisi bagian masuk.

$$M = m \times r \times \frac{dC_u}{dt} \quad (2.5)$$

Langkah demi langkah pada waktu melalui *impeller* dimana :

$$\begin{aligned} M &= \frac{m}{t} \times ((r_2 \times C_{2u}) - (r_1 \times C_{1u})) \\ &= m \times ((r_2 \times C_{2u}) - (r_1 \times C_{1u})) \end{aligned} \quad (2.6)$$

Momen puntir ini akan mendapatkan daya sesuai dengan daya yang diberikan poros $P = M \times \omega$, dimana : ω = adalah kecepatan sudut.

$$P = m \times (r_2 \times C_{2u} - r_1 \times C_{1u}) \quad (2.7)$$

Dan dengan $r \times \omega = U =$ kecepatan keliling, persamaan diatas disederhanakan kepersamaan utama Euler.

$$\frac{P}{m} = ((U_2 \times C_{2u}) - (U_1 \times C_{1u})) \quad (2.8)$$

Kerja spesifik Y (dalam satuan SI adalah Nm/kg) ialah kerja mekanis dari poros yang dipindahkan ke fluida, kerja tersebut menghisap dan memompakan massa fluida cair.

2.3.5 Hubungan Tinggi Kenaikan H dengan Kerja Spesifik Y

Antara tinggi kenaikan H (m) dan kerja spesifik Y ada hubungannya yaitu :

$$Y = g \times H \quad (2.9)$$

Keterangan :

Dari persamaan Euler ini didapat pengertian bahwa kecepatan dari suatu fluida yang dipompakan tidak diperhitungkan. Dengan demikian tinggi kenaikan

H dari pompa tidak tergantung kepada macamnya fluida yang dipompa. Persamaan ini berlaku untuk semua jenis fluida. Persamaan ini juga berlaku untuk kompresor dan ventilator.

Bila kecepatan aliran fluida masuk C_1 diarahkan menjadi tegak lurus, maka $C_1 u = 0$

$$H = \frac{U_2 \times C_2 u}{g} \quad (2.10)$$

2.4 Performance Pompa Sentrifugal

2.4.1 Efisiensi Pompa

Beberapa rumus yang digunakan untuk menghitung efisiensi pompa seperti rumus di bawah berikut ini :

- Untuk pompa tunggal

$$\eta_p = \frac{N_p}{N_m} \times 100\% \quad (2.11)$$

- Untuk pompa seri

$$\eta_p = \frac{\frac{H_1 + H_2}{\frac{H_1}{N_{p1}} + \frac{H_2}{N_{p2}}}}{\times 100\%} \quad (2.12)$$

- Untuk pompa paralel

$$\eta_p = \frac{\frac{Q_1 + Q_2}{\frac{Q_1}{N_{p1}} + \frac{Q_2}{N_{p2}}}}{\times 100\%} \quad (2.13)$$

Garis-garis efisiensi adalah garis yang menyatakan efisiensi yang sama untuk hubungan head dengan kapasitas atau daya dengan kapasitas pompa. Garis-

garis efisiensi untuk menentukan batasan putaran maksimum dan minimum. Dengan kata lain untuk mendapatkan daerah operasi pompa yang terbaik jika dilihat dari segi putaran pompa.

2.4.2 Kapasitas Pompa

Nilai kapasitas aliran atau kapasitas pompa dipengaruhi oleh besarnya laju aliran dan jenis kebutuhan akan fluida dimana semakin besar kebutuhan fluida akan semakin besar pula kapasitas pompa yang diperlukan. Besarnya kapasitas pompa dapat dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$Q = V \times A \quad (2.14)$$

2.4.3 Daya Pompa

Daya pompa merupakan daya yang diterima dari motor penggerak untuk menggerakkan *impeller* agar diperoleh head dan kapasitas yang diinginkan. Besar daya pompa dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$Nd = \frac{\rho \times g \times H \times Q}{75} \text{ (Hp)} \quad (2.15)$$

Sedangkan daya motor (mekanik pompa) dapat dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$Nm = \frac{Mt \times n}{71620} \quad (2.16)$$

2.5 Impeller

Impeller merupakan jantung dari pompa sentrifugal yang memutar massa cairan sehingga mengakibatkan head atau tekanan kerja pompa. Ditinjau dari segi arah aliran yang melalui sudu gerak pompa tekanan dinamis *impeller* dapat dibedakan yaitu :

2.5.1. *Impeller* Type Radial

Pada pompa radial ini arah aliran pada sudu gerak terletak tegak lurus terhadap poros pompa. Untuk kapasitas yang tidak besar pompa ini cukup memakai satu saluran pemasukan (*single suction impeller*) tetapi bila kapasitas yang dibutuhkan sangat besar maka dapat dipakai *double suction impeller*. Pompa jenis ini dapat menghasilkan head diatas 150 ft. Adapun bentuk *impeller* tipe ini dapat dilihat pada gambar 2.12.



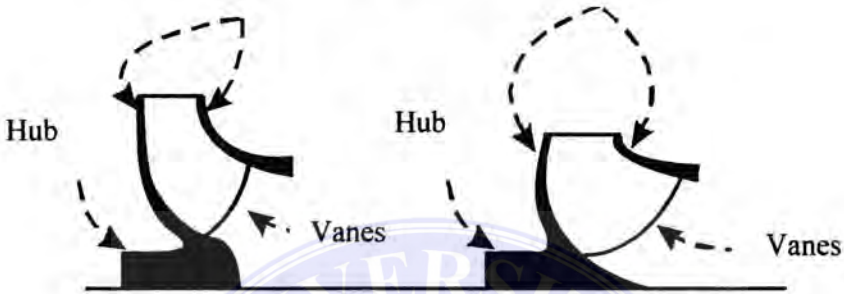
Gambar 2.12. *Impeller* Type Radial

2.5.2. *Impeller* Type Francis

Pada pompa ini arah aliran fluida pada sisi hisap adalah miring dan pada sisi tekan adalah radial, hanya saja head yang dihasilkan lebih rendah

dibandingkan dengan type radial *impeller* tetapi kapasitas yang dihasilkan lebih besar. Jenis ini mempunyai tinggi tekan 30 – 40 ft dan $ns < 70$. Adapun bentuknya dapat dilihat pada gambar 2.12

Impeller shrouds

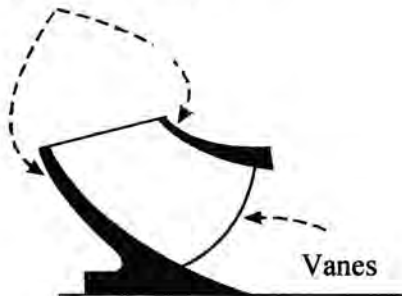


Gambar 2.13 *Impeller Type Francis*

2.5.3. *Impeller Type Mix Flow*

Pada pompa ini arah aliran fluida miring seakan-akan aliran melalui bidang kerucut yang sumbu berimpit dengan sumbu pompa dan keluar dari *impeller* dengan arah radial dan aksial. Pompa ini mempunyai head yang lebih rendah dari kedua type diatas akan tetapi kapasitas yang dihasilkan lebih besar. Bentuk *impeller* tipe ini dapat dilihat pada gambar 2.14.

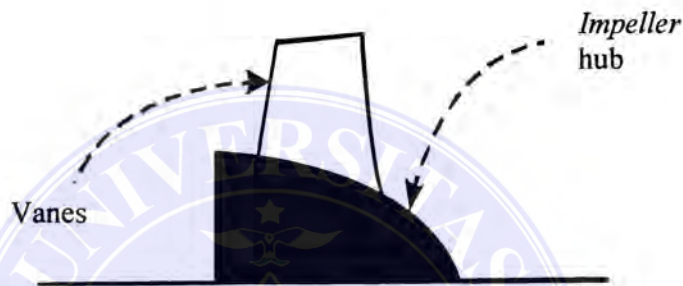
Impeller Shrouds



Gambar 2.14 *Impeller Type Mixed Flow*

2.5.4. *Impeller* Type Aksial atau Propeller

Pada pompa ini gaya sentrifugal tidak bekerja pada fluida. Head yang ditimbulkan disebabkan gaya dorong dari propeller tersebut dan kapasitas yang dihasilkan sangat besar, head yang dihasilkan berkisar antara 3 – 40 ft, dimana bentuknya seperti gambar 2.15.



Gambar 2.15 *Impeller* Tipe Aksial Atau Propeller

2.6. Kecepatan Spesifik

Kecepatan spesifik adalah suatu istilah yang dipakai untuk memberikan klasifikasi *impeller* yang berdasarkan prestasi proporsinya tanpa memperhatikan ukuran aktual dan kecepatannya dimana *impeller-impeller* itu beroperasi karena kecepatan spesifik itu adalah merupakan proporsi *impeller*. Kecepatan dari *impeller* adalah konstan terhadap hal sederetan *impeller-impeller* yang mempunyai sudut-sudut dan proporsi yang sama atau untuk salah satu porsi *impeller* yang beroperasi pada sembarang kecepatan.

Kecepatan spesifik didefinisikan sebagai kecepatan dalam putaran per menit, dimana suatu porsi *impeller* akan beroperasi secara bersamaan, umumnya apabila diperkecil akan dapat memberikan kapasitas teruji (rating) sebesar satu

Gpm pada tinggi tekan total sebesar 1 ft. Kecepatan spesifik diberi symbol (Ns) yang dinyatakan dengan :

$$Ns = \frac{n\sqrt{Q}}{H^{3/4}} \quad (2.17)$$

Sedangkan menurut M. Khetagur of Marini Auxialiary and System bahwa kecepatan spesifik itu adalah dihitung menggunakan rumus :

$$Ns = 3,65 \times \frac{n\sqrt{Q}}{\sqrt[4]{H^3}} \quad (2.18)$$

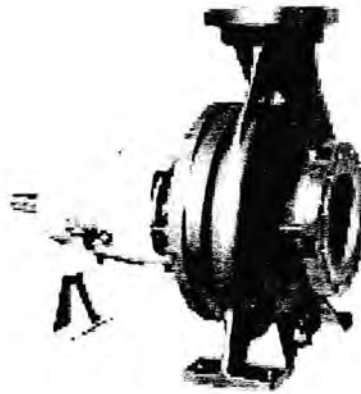
Kecepatan spesifik untuk tiap jenis impeleer :

- Low speed *impeller* : Nsi = 40 s/d 80
- Moderate speed *impeller* : Nsi = 80 s/d 150
- High speed *impeller* : Nsi = 150 s/d 300
- Mixed flow *impeller* : Nsi = 300 s/d 600
- Axial flow : Nsi = 600 s/d 2000

2.7 Rumah Pompa

2.7.1. Pompa Volute (Rumah Keong)

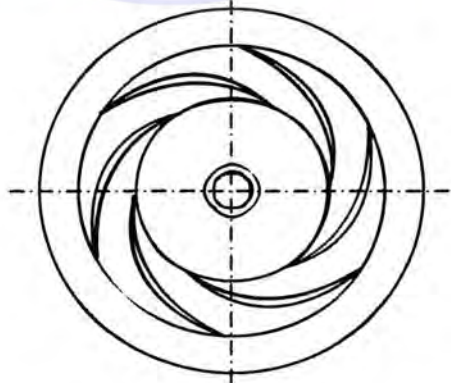
Pompa jenis ini merupakan salah jenis pompa sentrifugal, dimana zat cair dari impeller secara langsung dibawa kerumah volute bentuk dari pompa ini dapat dilihat pada gambar 2.16.



Gambar 2.16 Pompa Volute

2.7.2. Pompa Diffuser

Pompa ini merupakan pompa sentrifugal yang dilengkapi dengan sudu pengarah di sekeliling luar *impellernya* yang bertujuan selain memperbaiki efisiensi pompa juga menambah kokoh rumah pompa. Jenis pompa ini serng digunakan pada pompa besar dan head tinggi dan pompa bertingkat banyak. Bentuk dari pompa ini dapat dilihat pada gambar 2.17.



Gambar 2.17 Pompa Diffuser

2.7.3 Pompa Aliran Campuran Jenis Volute.

Pompa ini seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.18 mempunyai *impeller* jenis aliran campuran dan sebuah rumah volute tanpa sudu-sudu diffuser, melainkan dipakai saluran yang lebih lebar untuk mengalirkan fluida, dengan demikian pompa tidak mudah tersumbat oleh fluida yang terserap sehingga pompa ini sangat sesuai untuk air limbah.



Gambar 2.18. Pompa Aliran Campuran Jenis Volute

Dari ketiga jenis pompa diatas maka jenis yang sesuai adalah jenis volute (rumah keong) karena jenis ini dapat mengkonversikan energi kinetic menjadi energi tekan dalam ruang yang lebih kecil. Ruang bebas dengan *impeller* dengan ujung sudu haruslah sekecil mungkin berkisar antara $1/32 - 1/8$ inchi (Lit. Soufyan Nurbambang Tekeo Marimura) tergantung pada ukuran *impeller*.

2.8 Kavitasasi Pompa

Sebagai pendekatan pompa, orang umumnya mengandaikan bahwa bila tekanan mutlak pada suatu titik dalam zat cair mencapai tekanan uap untuk temperature bersangkutan, rongga-rongga dan gelembung-gelembung akan terbentuk, rongga-rongga ini akan mengandung uap fluida gas bebas. Gejala pembentukan rongga dan pecahnya rongga itu disebut dengan kapitasi, kapitasi yang sudah membahayakan akan mengurangi unjuk kerja pompa atau menambah rugi-rugi mekanik dan menjadi berisik, meningkatkan getaran dan mengerosikan logam dari *impeller*.

Akan ada sebagian titik dalam zat cair didalam pompa dimana tekanan minimum umumnya didaerah sparasi aliran dan begitu tekanan sekeliling berkurang, tekanan uap akan tercapai dan kavitasasi dimulai dititik tersebut. Sehubungan dengan kondisi ini akan terjadi tekanan mutlak yang tetap dibagian muka masukan pompa untuk debit tertentu melalui pompa itu.:

1. Faktor- faktor penyebab kavitasasi.

- Tekanan hisap (H_s) terlalu tinggi.
- Penampang pipa (poros *impeller*) terlalu kecil.
- Adanya getaran dan lekukan pada pipa hisap.
- Kecepatan putaran *impeller* lebih besar dari kecepatan aliran fluida.
- Temperature fluida yang terlalu tinggi

2. Pengaruh kavitasi

- Terjadinya erosi dan korosi pada bagian ini dimana kavitasi terjadi sehingga elemen-elemen pompa menjadi rusak.
- Perubahan energi kecepatan menjadi energi tekan oleh sudu-sudu menjadi kurang sempurna dan akibatnya efisiensi akan turun.
- Terjadinya gesekan pada sudu-sudu *impeller*

3. Pencegahan kavitasi

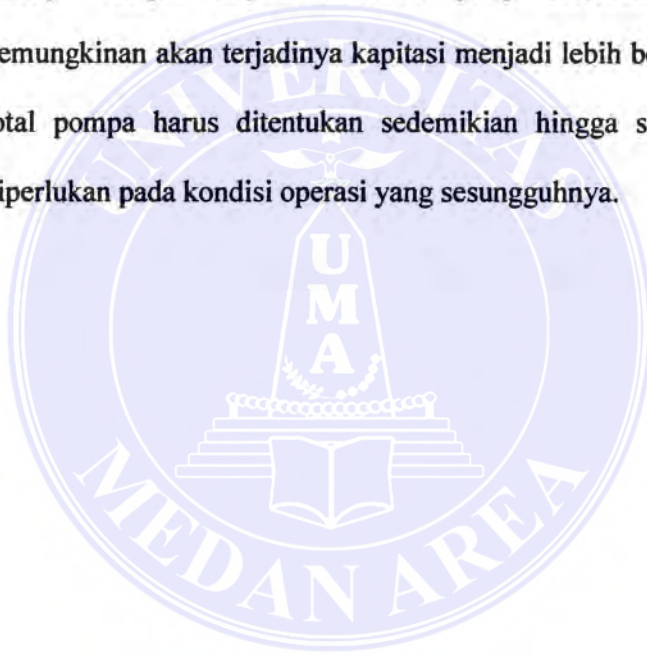
Untuk menghindari terjadinya kavitasi pada pompa maka dengan mengusahakan agar kecepatan aliran air masuk *impeller* sedikit besar dari pada kecepatan pada sisi hisap. Seperti telah kita ketahui bahwa gesekan yang terjadi sebanding dengan pangkat dua kecepatan aliran air, berarti kecepatan aliran air terjadi semakin kecil maka diameter dari *eye of impeller* akan menjadi tidak sempurna.

Berdasarkan beberapa pertimbangan diatas maka harga kecepatan aliran masuk *impeller* diambil sedikit lebih besar dari pada kecepatan aliran air pada sisi hisap, dan masih berada dalam batasan yang diizinkan.

Dalam perencanaan instalasi pompa, hal-hal berikut ini harus diperhitungkan untuk menghindari kavitasi :

1. Ketinggian letak pompa terhadap permukaan zat cair yang dihisap harus dibuat serendah atau sedekat mungkin agar head hisap statis menjadi rendah pula.

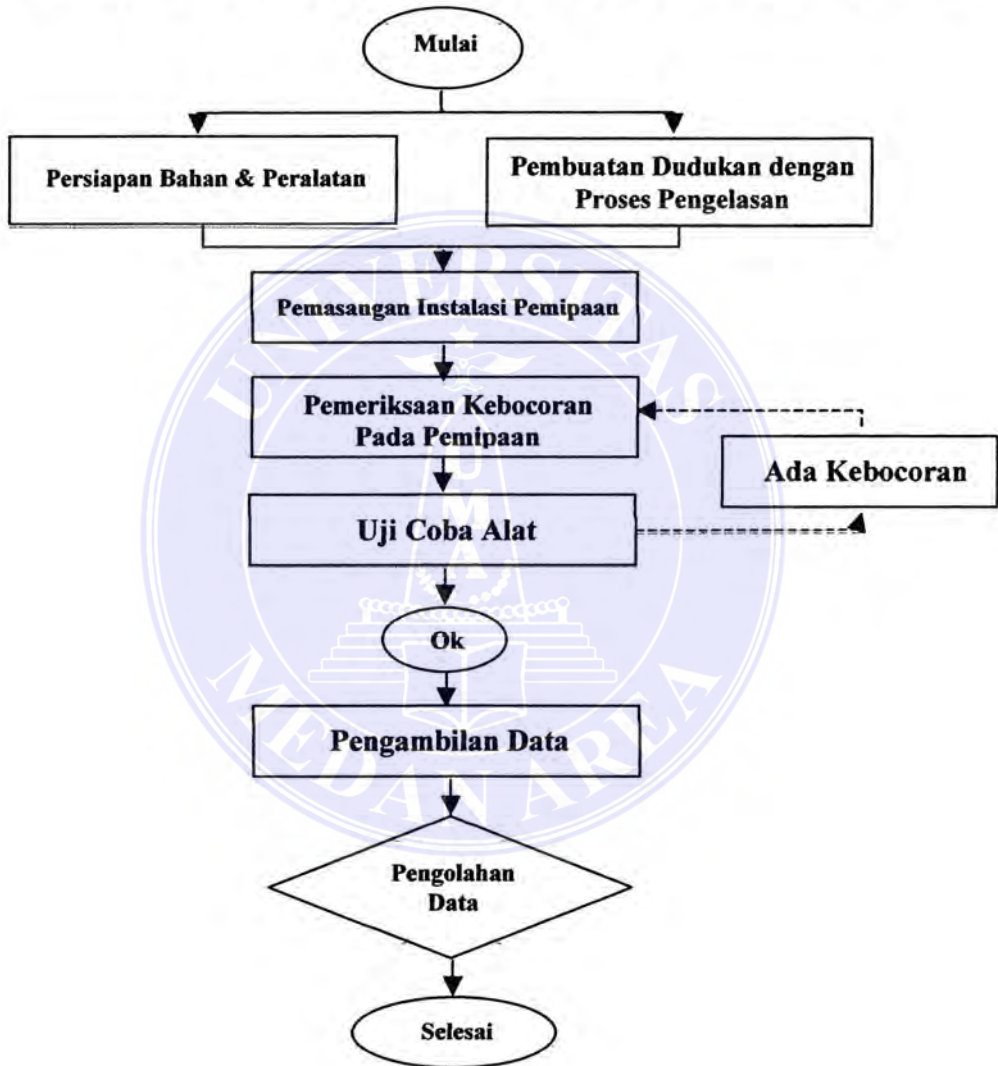
2. Pipa *suction* pompa harus dibuat sependek mungkin jika terpaksa di pakai pipa hisap yang panjang, sebaiknya diambil pipa yang berdiameter satu nomor lebih besar untuk mengurangi kerugian gesek.
3. Tidak dibenarkan sama sekali untuk memperkecil laju aliran dengan menghambat aliran sisi hisap.
4. Jika pompa mempunyai head total yang berlebihan maka pompa akan bekerja dengan kapasitas aliran yang berlebihan pula sehingga kemungkinan akan terjadinya kapitasi menjadi lebih besar karena itu head total pompa harus ditentukan sedemikian hingga sesuai dengan yang diperlukan pada kondisi operasi yang sesungguhnya.



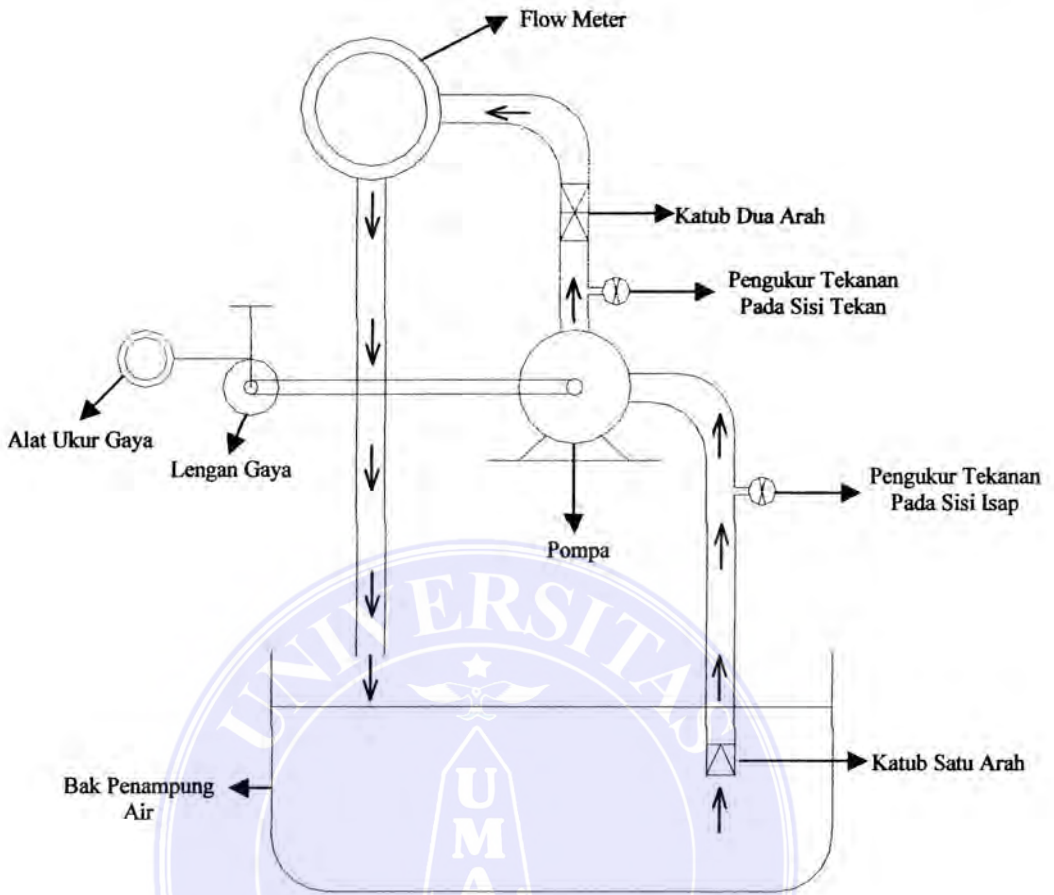
BAB 3

METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan pada penelitian adalah eksperimen, adapun langkah – langkah dalam penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1 dan gambar 3.2.



Gambar 3.1 Bagan Alir Metode Penelitian



3.1 Persiapan Pendahuluan

Pemasangan tempat dudukan alat yang akan digunakan pada penelitian. Tempat dudukan ini dibuat dari besi yang disambungkan dengan pengelasan. Dudukan alat ini dirancang efisien sehingga mudah dalam pengerjaan.

Pemasangan papan indikator alat uji yang digunakan, dimana terbuat dari kayu dan digabungkan dengan tempat dudukan alat. Papan indikator ini berfungsi sebagai tempat alat ukur sehingga terdapat kemudahan dalam pengambilan data.

Membuat tempat dudukan slang transparan yang diisi dengan air raksa sebagai

alat ukur tekanan. Alat ukur tekanan ini dibuat bentuk U sehingga dapat dilihat perbedaan tingginya.

Memasang pipa PVC dari bak penampung ke sisi isap pompa dengan menggunakan water mur sebagai penghubung seperti yang terlihat pada lampiran 6. Sisi keluaran pompa dengan penghubung water mur dipasang pipa dan dihubungkan dengan alat ukur sampai menuju bak penampung kembali. Dalam pemasangan instalasi pipa perlu diperhatikan cara penyambungan dan dipastikan tidak ada kebocoran seperti terlihat pada lampiran 5.

Selanjutnya pemasangan *impeller* pada pompa yang dimulai dari ukuran 56 mm dan dilanjutkan dengan ukuran 58 mm dan 60 mm. Pada langkah ini perlu diperhatikan *impeller* tidak boleh menyentuh dinding *volute* agar *impeller* dapat berputar secara maksimal. Proses pemasangan *impeller* dapat dilihat pada lampiran 4.

3.2 Pengujian dan Pengambilan Data

Setelah persiapan selesai dilaksanakan langkah selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Menghidupkan pompa beberapa saat sehingga terjadi sirkulasi
2. Setelah air bersirkulasi dan penunjukan besaran telah berjalan stabil pengambilan data dilakukan. Langkah – langkah pengambilan data adalah sebagai berikut :
 - a. Kalibrasi alat penunjuk waktu sampai terlihat dalam layar tertera angka 00.00.00. Setelah itu mencatat berapa waktu yang ditempuh alat dalam mencapai volume air sebesar $0,001 \text{ m}^3$ dengan membaca volume air

tersebut yang tertera pada *water flow meter* yang dipasang dalam papan panel. Cara pengambilan dapat dilihat pada lampiran 7.

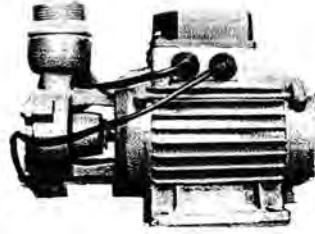
- b. Mencatat perbedaan tinggi air raksa yang ditunjukkan oleh alat ukur tekanan dari sisi kanan dan sisi kiri. Langkah ini dilakukan dengan menggunakan alat ukur panjang (*ruler*) untuk melihat perbedaan tingginya dan dimulai dari sisi isap kemudian dilanjutkan dengan sisi tekan. Proses pengambilan data dapat dilihat pada lampiran 6.
 - c. Mencatat angka yang ditunjukkan oleh alat ukur putaran (*tacho meter*) seperti ditunjukkan pada lampiran 8.
 - d. Mencatat angka yang ditunjukkan oleh alat ukur gaya dengan putaran yang sudah ditentukan.
3. Pada setiap percobaan dilakukan tiga kali untuk mendapatkan validasi data.
 3. Percobaan dilanjutkan kembali dengan mengganti *impeller* dan mengulangi langkah – langkah pengambilan data tersebut.

3.3 Peralatan dan Bahan

3.3.1. Peralatan Utama

a. Pompa Sentrifugal

Pada pelaksanaan penelitian pompa yang dipakai adalah pompa sentrifugal yang sering digunakan dalam rumah tangga, seperti ditunjukkan pada gambar 3.3.



Gambar. 3.3 Pompa Sentrifugal

Spesifikasi pompa :

- Merk Pompa : Sanho
- Model : DB - 125
- Kapasitas Maksimum : 42 ltr/mnt
- *Suction Head* : 9 m
- *Discharge Head* : 24 m
- *Size* : 1" x 1"
- *Out Put* : 125 W
- Tegangan Arus : 220 V
- Frekuensi : 50 Hz
- Putaran : 2850 rpm

b. Alat Ukur Putaran (RPM Tester Digital)

Alat ini digunakan untuk mengukur putaran pada poros pompa sewaktu dilakuakn percobaan. Adapun alat yang dimaksud dapat dilihat pada gambar 3.4.



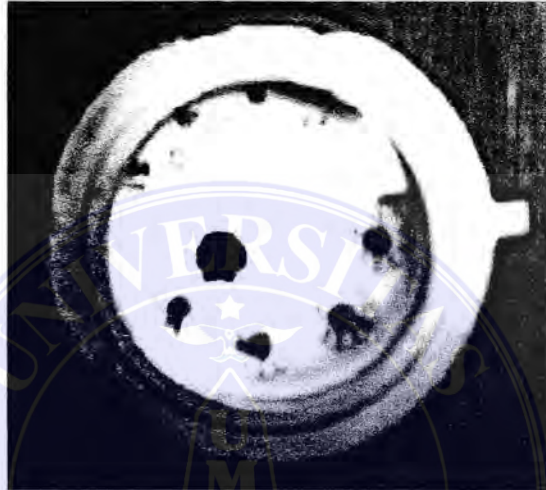
Gambar 3.4 Alat Ukur Putaran

Spesifikasi alat :

- *Display* : 5 digits, 10 mm (0,4") LCD
- *Test Range* : 2,5 to 99,999 rpm
- *Resolution* : 0,1 rpm (2,5 to 99,999 rpm)
1 rpm (Over 1,000 rpm)
- *Accuracy* : 0,05 % + 1 rpm
- *Sampling Time 1 Sec* : Over 60 rpm
- *Test Range Select* : Automatic
- *Memory* : Last Value, Max. Value, Min. Value
- *Detection Distence* : 50 to 250 mm / 2 to 10 inch
(typical max 350 mm / 14 inch)
- *Time Base* : Quartz Crystal
- *Circuit* : Exclusive one – chip of microcomputer LSI circuit
- *Power Suply* : 4 x 1,5 VA (UM – 3)
- *D.C Concumption* : Approx. 80 mA (operation)
- *Operation Temp* : 0 to 50⁰ C (32 to 122⁰ F)
- *Size* : 1390 x 72 x 37 mm
- *Weigth* : a bout 300 g

c. *Water Flow Meter*

Seperti terlihat pada gambar 3.5 indikator ini digunakan untuk mendapatkan besarnya volume air yang keluar dari sisi tekan (*discharge*) pompa. Pada indikator ini, volume air yang dihitung sebesar 0.001 m^3 dalam kisaran waktu.



Gambar 3.5 *Water Flow Meter*

c. Alat Ukur Waktu (*Stopwacht*)

Pada gambar 3.6 adalah alat yang digunakan untuk mengukur waktu yang ditempuh pompa mencapai volume air sebesar $0,001 \text{ m}^3$.



3.6 Alat Ukur Waktu

c. Indikator Gaya

Alat ini digunakan untuk mengukur besarnya gaya yang terjadi pada putaran poros pompa. Besarnya gaya yang terjadi dihubungkan dengan jari – jari lengan gaya untuk mendapatkan momen torsi, adapun alat yang dimaksud dapat dilihat pada gambar 3.7 dan gambar 3.8.



Gambar 3.7 Indikator Gaya



Gambar 3.8 Lengan Gaya

d. Alat Ukur Tekanan Pompa dan Air Raksa

Tekanan yang terjadi pada sisi isap dan sisi keluar pompa diukur dengan alat ukur tekanan pompa. Alat ini gabungan dari selang transparan yang di dalamnya terdapat air raksa sebanyak 100 cc, seperti pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 Alat Ukur Tekanan (*Pressure Gauge*)

f. Bak Penampung Air

Alat ini berfungsi untuk menampung air yang digunakan sewaktu penelitian berlangsung, seperti terlihat pada gambar 3.10.



Gambar 3.10 Penampung Air (*Water Receiver*)

g. Jangka Sorong (*Vernier Calliper*)

Dalam pengukuran dimensi berupa diameter dalam, diameter luar jarak sudu digunakan alat untuk mempermudah pengerjaan. Alat yang digunakan adalah jangka sorong (*Vernier Calliper*), seperti terlihat pada gambar 3.11.



Gamabr 3.11 Jangka Sorong (*Vernier Calliper*)



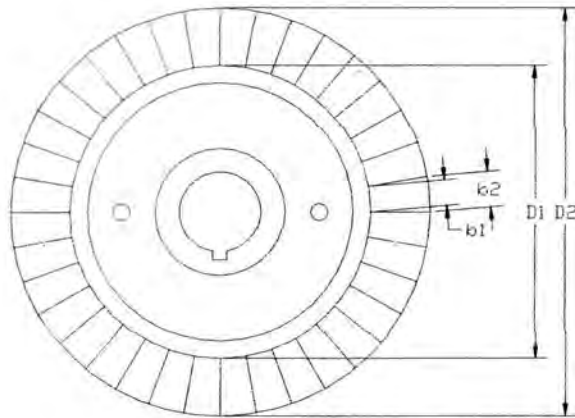
3.3.2 Bahan

a. *Impeller*

Dalam penelitian yang dilakukan, terdapat tiga buah *impeller* yang berbeda dalam dimensi ukuran diameter. Bentuk *impeller* terlihat pada gambar 3.12 dan gambar 3.13 sedangkan ukuran *impeller* terlihat pada tabel 3.1.



Gambar 3.12 *Impeller*



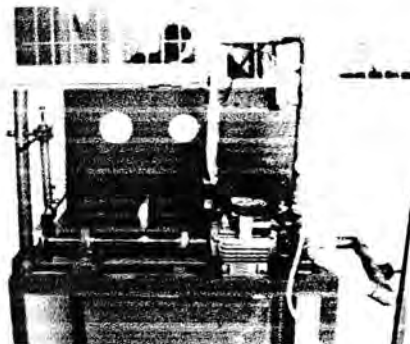
Gambar 3.13 Geometri *Impeller*

Tabel 3.1 Ukuran *Impeller*

<i>Impeller</i>	Diameter Inlet	Diameter Outlet	Lebar Inlet	Lebar Outlet
	D_1 (m)	D_2 (m)	b_1 (m)	b_2 (m)
1	0.044	0.056	0.003	0.00405
2	0.044	0.058	0.003	0.00400
3	0.044	0.06	0.003	0.00395

b. Dudukan Peralatan

Untuk melakukan penelitian diperlukan dudukan agar semua yang dipergunakan untuk penelitian berada dalam satu tempat. Dudukan didesain sedemikian rupa agar peralatan dan bahan penelitian bisa tertata dengan baik untuk memudahkan dalam pengambilan data. Dudukan ini dibuat dari besi pelat siku yang diberi sebuah papan panel untuk alat ukur. Bentuk dari dudukan alat dapat dilihat pada gambar 3.14.



Gambar 3.14 Dudukan dan Instalasi Pipa

c. Pipa

Jenis pipa adalah PVC yang biasa digunakan oleh masyarakat untuk instalasi pemipaan rumah-rumah, gedung kantor atau bangunan lainnya. Ukuran yang digunakan berdiameter $\frac{1}{2}$ “ dan $\frac{3}{4}$ “ seperti gambar 3.15.



Gambar 3.15 Pipa

d. Elbow

Gambar 3.16 adalah elbow, dimana yang dipakai pada instalasi ini adalah elbow 90^0 untuk ukuran pipa $\frac{3}{4}$ ” dan $\frac{1}{2}$ ”. Jenis lainnya adalah elbow 90^0 pada satu sisinya berulir untuk ukuran pipa $\frac{1}{2}$ ”.



Gambar 3.16 Elbow

e. Water Mur

Water mur berfungsi untuk menyambungkan pipa dengan sisi isap maupun sisi keluar pompa. Ukuran yang digunakan adalah $1 \frac{3}{4}$ “ seperti pada gambar 3.17.



Gambar 3.17 *Water Mur*

f. Saringan dan *Foot valve*

Gambar 3.18 merupakan saringan pipa yang dipakai dalam setiap instalasi pemipaan air dengan tujuan agar kotoran tidak masuk kedalam instalasi dan agar air tetap berada di dalam pipa instalasi saat pompa tidak di hidupkan.



Gambar 3.18 Saringan Pipa dan *Foot Valve*

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan eksperimen, maka pengaruh diameter *impeller* terhadap *performance* pompa dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Ukuran diameter *impeller* mempengaruhi variabel *performance* pompa.
2. Pada sisi isap tekanan tertinggi berada pada ukuran diameter *impeller* terkecil (56 mm) dan terendah berada pada ukuran diameter *impeller* terbesar (60 mm) dan berbanding terbalik dengan tekanan sisi keluar.
3. Kapasitas yang dihasilkan pompa mencapai titik maksimum sebesar 0,000315 m³/s pada ukuran diameter *impeller* 58 mm dan titik minimum sebesar 0,000264 m³/s pada ukuran diameter *impeller* 56 mm
4. Daya mekanik pompa terjadi penurunan sesuai dengan besar diameter *impeller* pompa, dimana daya terbesar 14, 4187 W berada pada diameter terkecil 56 mm dan daya terkecil 14, 2574 W berada pada diameter terbesar 60 mm.
5. Daya hidrolik pompa mencapai titik maksimum sebesar 13,9817 W pada ukuran diameter *impeller* 58 mm dan titik minimum sebesar 10,4950 W pada ukuran diameter *impeller* 56 mm.

6. Ukuran ideal sebuah *impeller* mempengaruhi kapasitas dan daya hidrolis pompa.
7. Efisiensi pompa terjadi kenaikan sesuai dengan besar diameter *impeller* pompa, dimana efisiensi pompa terbesar berada pada ukuran diameter *impeller* 60 mm sebesar 97,8 % dan efisiensi terkecil berada pada ukuran diameter *impeller* 56 mm sebesar 72,8 %.

5.2 Saran

Setelah dilakukan eksperimen dan pengolahan data, penulis menyarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Penelitian dapat dilanjutkan dengan mengganti parameter yang akan dihitung seperti mengganti *impeller* dengan jenis lain
2. Mengganti peralatan yang kurang memadai sehingga validasi data dapat tercapai

DAFTAR PUSTAKA

- Diezelt Friz. 1993. Turbin Pompa dan Kompresor. Edisi Keempat. Erlangga. Jakarta
- Hicks Edwards. 1996. Teknologi Pemakaisan Pompa. Erlangga. Jakarta
- Austin H curh, " Pompa dan Blower Sentrifugal" Alih Bahasa oleh Ir. Zulkifli Harahap. Penerbit Erlanggah, Jakarta 1996
- Igor J. Karazes" Pompa Hand book" Secen Edition. Mc Graw Hill Book, New York.
- Ronal Giles " Mekanika Pluida dan Hidrolika" Alih Bahasa oleh Ir. Herman Widodo.

