

**ANALISIS PENGARUH TINGGI HISAP POMPA
SENTRIFUGAL TERHADAP KAPASITAS
DAN EFISIENSI POMPA**

SKRIPSI

OLEH :

**MUHAMMAD ABDUL RASYID
168130073**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2022**

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 20/6/22

Access From (repository.uma.ac.id)20/6/22

ANALISIS PENGARUH TINGGI HISAP POMPA SENTRIFUGAL TERHADAP KAPASITAS DAN EFESIENSI POMPA

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana
di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Oleh:
MUHAMMAD ABDUL RASYID
168130073

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2022**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

LEMBAR PENGESAHAN BUKU SKRIPSI

Judul Proposal/TA : Analisis Pengaruh Tinggi Hisap Pompa Sentrifugal
Terhadap Kapasitas Dan Efisiensi Pompa

Nama Mahasiswa : Muhammad Abdul Rasyid

NIM : 168130073

Bidang Keahlian : Konversi Energi

Disetujui Oleh Komisi Pembimbing:

Dosen Pembimbing II

Dosen Pembimbing I

(Muhammad Idris, S.T., M.T)
NIDN : 0106058104

(Ir. H. Amirsyam Nasution, M.T)
NIDN : 0025125606

Dekan

Dekan Prodi Teknik Mesin



(Dr. Ahmad Syah, S.Kom., M.kom)
NIDN : 0105058804



(Muhammad Idris, S.T., M.T)
NIDN : 0106058104

Tanggal Lulus : 13 Januari 2022

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang disusun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya Bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 13 Januari 2022



Muhammad Abdul Rasyid)
NPM: 168130073

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR/SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN
AKADEMIS

Sebagai civitas akademik universitas medan area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Abdul Rasyid

NPM : 168130073

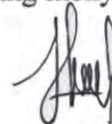
Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Mesin

Jenis karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area hak bebas royalti non eksklusif (*non-exclusive royalty-freeright*) atas karya ilmiah saya yang berjudul: Analisis Pengaruh Tinggi Hisap Pompa Sentrifugal Terhadap Kapasitas Dan Efisiensi Pompa.. Dengan Bebas Royalti Non Eksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih medikan/ formatkan, mengelola dalam bentuk perangkat data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir/ skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik hak cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Medan, 13 Januari 2022
Yang menyatakan



Muhammad Abdul Rasyid
NPM: 168130073

ABSTRAK

Pompa adalah peralatan mekanis untuk meningkatkan energi tekanan pada cairan (*fluida*) yang dipompa dengan mengubah energi mekanis poros penggerak menjadi energi potensial dan energi kinetis fluida. Seiring berkembangnya teknologi, pompa digunakan diberbagai bidang termasuk pemakaiannya dalam bidang industri. Pompa Sentrifugal merupakan salah satu jenis pompa yang mempunyai lingkup penggunaan yang sangat luas terkait dengan head dan kapasitas yang dihasilkan. Pada kesempatan ini penulis mencoba memaparkan hasil penelitian tentang unjuk kerja pompa sentrifugal bila dilakukan variasi tinggi hisap pada pompa sentrifugal akan mempengaruhi kapasitas, Head, Daya Hidraulis dan efisiensi pompa sentrifugal. Variasi tinggi hisap dimaksudkan untuk mengetahui peningkatan performance pompa yang terjadi akibat penambahan tinggi hisap pompa. Menambah tinggi hisap pompa sangat berpengaruh terhadap kapasitas aliran air yang dihasilkan, hal ini juga akan mempengaruhi kerja pompa, kecepatan spesifik, daya dan efisiensi pompa. Sehingga dapat diperoleh titik kerja tertinggi pompa sentrifugal dengan Kapasitas (Q) 0,001180 m³/s, Head (H) 6,066 m, Daya Hidraulis (Ph) 70,008 watt, Efisiensi (η_p) 26,51 %, hal tersebut berpengaruh bila dilakukan penambahan daya dari motor penggerak pompa tersebut.

Kata kunci : Pompa Sentrifugal, kapasitas, Head, Daya, dan Efisiensi

ABSTRACT

The pump is a mechanical device to increase the force energy of the pumped fluid (fluid) by converting the drive shaft mechanical energy into potential energy and fluid kinetic energy. Along with the development of technology, pumps are used in various fields including their use in the industrial sector. Centrifugal pump is one type of pump that has a very wide scope of use related to the head and capacity produced. On this occasion, the author tries to explain the results of research on the performance of centrifugal pumps. When variations in suction height are carried out on a centrifugal pump, it will affect the capacity, head, hydraulic power and efficiency of the centrifugal pump. the variation in suction height is intended to determine the increase in pump performance that occurs due to the addition of the pump suction height. Increasing the suction height of the pump greatly affects the capacity of the resulting water flow, this will also affect pump work, specific speed, power and pump efficiency. So that it can be obtained the highest working point of a centrifugal pump with a capacity (Q) 0.001180 m³ / s, Head (H) 6.066 m, Hydraulic Power (Ph) 70,008 watts, Efficiency (η_p) 26,51 %, this has an effect when adding power from the motor driving the pump.

Keywords: Centrifugal Pump, Capacity, Head, Power, and Efficiency

RIWAYAT HIDUP PENULIS



Penulis bernama Muhammad Abdul Rasyid dilahirkan di Medan pada tanggal 01 Mei 1998. Penulis merupakan anak ketiga dari 3 bersaudara, pasangan dari Soimin dan Murniyati. Penulis menyelesaikan pendidikan di SD Negeri 067259 Medan dan Tamat pada tahun 2010. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Pertama SMP Negeri 36 Medan dan Tamat pada Tahun 2013. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah SMK Negeri 2 Medan Jurusan Teknik Kendaraan Ringan dan Tamat pada tahun 2016. Pada tahun yang sama penulis terdaftar menjadi mahasiswa Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal Skripsi ini dengan judul “Analisa Pengaruh Tinggi Hisap Pompa Sentrifugal Terhadap Kapasitas dan Efisiensi Pompa”.

Penyusunan proposal ini dilakukan guna untuk menyelesaikan studi di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Selama perkuliahan sampai dengan seterusnya penulis telah banyak menerima bantuan moral maupun material yang tidak dapat dinilai harganya. Untuk itu melalui tulisan ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih yang setulusnya kepada :

1. Bapak Prof. DR. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc. selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area bapak Dr. Rahmad Syah, S.kom, M.kom., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Muhammad Idris, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area dan Bapak Dr. Iswandi, ST.,MT selaku sekretaris prodi teknik mesin.
4. Bapak Ir. H. Amirsyam Nasution, M.T. dan Muhammad Idris, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktunya untuk membimbing, motivasi dan memberikan saran kepada penulis dalam penulisan tugas akhir ini.

5. Segenap Dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area dan Birokrasi Administrasi Fakultas Teknik Universitas Medan Area
6. Soimin dan Murniyati selaku orang tua yang sangat saya sayangi dan cintai, dimana telah banyak memberikan perhatian, motivasi, nasihat, doa, dukungan moral dan materi sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
7. Muhammad Fadly Ramadhani, S.P. dan Muhammad Imam, S.P. selaku Abang yang sangat saya sayangi dan cintai, dimana telah banyak memberikan perhatian, motivasi, nasihat, doa, dukungan moral dan materi sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
8. Rekan-rekan Seperjuangan Mahasiswa Teknik Mesin Stambuk 2016 dari kampus Universitas Medan Area, serta semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang sudah banyak memberikan motivasi, masukan, dan bantuan sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih sebanyak-banyaknya dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat, terutama bagi penulis dan semua pembaca.

Aamiin yarabbal'alam.

Medan, 13 Januari 2022

Penulis



Muhammad Abdul Rasyid

NPM 16 813 0073

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN LEMBAR PENGESAHAN BUKU SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR / SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
RIWAYAT HIDUP PENULIS	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Batasan Masalah	3
D. Tujuan Penelitian	3
Bab II. LANDASAN TEORI.....	5
A. Pompa Sentrifugal.....	5
B. Klasifikasi Pompa Sentrifugal	7
C. Prinsip Kerja Pompa Sentrifugal	16
D. Bagian-Bagian Pompa Sentrifugal.....	17
E. Sistem Kerja Pompa Sentrifugal.....	20
F. Perhitungan Pompa Sentrifugal	21
1. Head Pompa.....	21
2. Daya Hisap Pompa Sentrifugal.....	23
3. Efisiensi Pompa	24
4. Daya Hidrolis.....	25
5. Daya Poros.....	24
5. Kecepatan Spesifik	24
5. Kurva Karakteristik Pompa	24
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	31
A. Tempat Dan Waktu.....	31
B. Alat Dan Bahan.....	29
C. Prosedur Penelitian	34
D. Teknik Pengambilan Data.....	36
E. Teknik Analisis Data	37
F. Sckedule Penulisan Skripsi.....	37
G. Diagram Alir Penelitian	37
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	39
A. Data Spesifikasi Pompa	39
B. Perhitungan Data Percobaan.....	40
1. Perhitungan Data Percobaan Dengan Head Pompa 0,5 M	41
2. Perhitungan Data Percobaan Dengan Head Pompa 1,0 M	49

3. Perhitungan Data Percobaan Dengan Head Pompa 1,5 M.....	57
C. Analisa Perbandingan Grafik.....	65
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	69
A. Kesimpulan	69
B. Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	71



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Pompa Sentrifugal.	6
Gambar 2.2. Pompa Sentrifugal Aliran Radial.	8
Gambar 2.3. Pompa Sentrifugal Aliran Aksial.	8
Gambar 2.4. Pompa Sentrifugal Aliran Campur.	9
Gambar 2.5. Pompa Sentrifugal Rumah Volut.	10
Gambar 2.5. Pompa Sentrifugal Diffuser.	10
Gambar 2.7. Pompa Sentrifugal Bertingkat Banyak.	11
Gambar 2.8. Pompa Sentrifugal Poros Vertikal & Horizontal.	12
Gambar 2.9. Impeler Tertutup.	12
Gambar 2.10. Impeler Setengah Terbuka.	13
Gambar 2.11. Impeler Terbuka.	13
Gambar 2.12. Pompa Volut.	14
Gambar 2.13. Pompa Diffuser.	15
Gambar 2.14. Poros Vertikal.	15
Gambar 2.15. Poros Horizontal.	16
Gambar 2.16. Fluida Masuk & Fluida Kluar Pada Pompa Sentrifugal.	17
Gambar 2.17. Bagian-Bagian Pompa Sentrifugal.	17
Gambar 2.18. Pompa Sentrifugal.	20
Gambar 2.19. Head Pompa.	22
Gambar 2.20. Kurva Head, Efisiensi & Daya.	27
Gambar 2.21. Kurva Karakteristik Pompa Volut.	28
Gambar 2.22. Kurva Karakteristik Pompa Aksial.	28
Gambar 3.1. Pompa Sentrifugal.	29
Gambar 3.2. Pressure Gauge.	30
Gambar 3.3. Vacuum Gauge.	30
Gambar 3.4. Gelas Ukur.	31
Gambar 3.5. Pipa Pvc.	32
Gambar 3.6. Sambungan.	32
Gambar 3.7. Elbow 90°.	33
Gambar 3.8. Globe Valve.	33
Gambar 3.9. Diagram Alir.	38

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Spesifikasi Pompa Sentrifugal	31
Tabel 3.1. Perencanaan Penulisan Skripsi.....	32
Tabel 4.1. Spesifikasi Pompa Sentrifugal	38
Tabel 4.2. Data Hasil Pengujian Dengan Variasi Head Pompa	38
Tabel 4.3. Kerugian Belokan (Elbow)	43
Tabel 4.4. Head Pada Pipa Suction	44
Tabel 4.5. Kerugian Belokan (Elbow)	44
Tabel 4.6. Head Pada Pipa Discharge	45
Tabel 4.7. Kerugian Belokan (Elbow)	51
Tabel 4.8. Head Pada Pipa Suction	51
Tabel 4.9. Kerugian Belokan (Elbow)	52
Tabel 4.10. Head Pada Pipa Discharge	53
Tabel 4.11. Kerugian Belokan (Elbow)	59
Tabel 4.12. Head Pada Pipa Suction	59
Tabel 4.13. Kerugian Belokan (Elbow)	60
Tabel 4.14. Head Pada Pipa Discharge	61
Tabel 4.15. Hasil Perhitungan Pompa Sentrifugal Dengan Variasi Head.	63



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pompa merupakan alat yang sering dijumpai dan dibutuhkan baik skala rumah tangga maupun skala industri. Pompa adalah alat mekanik yang berfungsi untuk meningkatkan energi tekanan pada fluida cair. Pompa difungsikan sebagai alat pemindah fluida cair dari tekanan rendah menuju ke tekanan tinggi atau sebagai alat penyirkulasi fluida ke dalam sistem. Penggunaan Pompa sentrifugal sering mendapatkan kendala dalam melakukan pendistribusian fluida ke sistem. Turunnya performa dari pompa sentrifugal diakibatkan oleh fenomena kavitasi.

Kavitasi merupakan fenomena terbentuknya gelembung-gelembung uap pada fluida yang dialirkan mengakibatkan penurunan tekanan sampai di bawah tekanan uap jenuh suatu pompa pada suhu operasi pompa. Gelembung gelembung uap yang terjadi dalam fenomena ini mempunyai siklus waktu yang sangat singkat. Gelembung-gelembung tersebut akan terbawa oleh aliran fluida ke daerah yang mempunyai tekanan yang lebih besar dari tekanan uap jenuh fluida. Pada daerah ini gelembung-gelembung tersebut akan pecah yang menyebabkan benturan ataupun tumbukan pada dinding-dinding siklus. Fluida akan masuk secara cepat ke ruangan yang terbentuk yang diakibatkan pecahnya gelembung-gelembung uap tadi sehingga mengakibatkan tumbukan pada dinding siklus. Peristiwa ini dapat menyebabkan terjadinya kerusakan mekanis pada pompa [1].

Menurut [2] bahwa dalam pendistribusian sebuah fluida cair penggunaan pompa sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan atau kinerja dari pompa, pada umumnya pompa yang digunakan dalam melakukan pendistribusian fluida cair dalam sebuah siklus adalah pompa sentrifugal. Kendala yang sering terjadi pada pompa jenis ini adalah perawatan pompa sentrifugal tersebut yang mengakibatkan daya, kecepatan dan performa kerja menjadi kurang efisien. Dengan melakukan ubahan variasi head pompa yang beraturan maka akan menghasilkan kecepatan, aliran, dan daya akan maksimal.

[3] melakukan penelitian tentang pengaruh aliran dua fase cairan-gas terhadap unjuk kerja berbagai macam pompa. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa unjuk kerja pompa menurun. Kurva head pompa yang dihasilkan lebih rendah dari kurva head pompa pada aliran satu fase. Selain itu, diketahui juga bahwa meningkatnya kecepatan udara akan mengakibatkan penurunan pada head pompa.

[4] menyatakan pompa merupakan komponen utama pada system hidrolis yang berperan sebagai pembangkit tekanan. Pompa mendapatkan tenaga mekanis yang berupa putaran yang dihasilkan oleh motor penggerak dan diteruskan oleh impeler sehingga bisa memindahkan fluida cair dari tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi.

[5] melakukan penelitian tentang pengujian kinerja pompa sentrifugal menggunakan kontrol inverter. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa unjuk kerja pompa sentrifugal sangat valid dan dapat diandalkan, sebab hasil pengukurannya mendekati sama persis dengan spesifikasi pada pompa keluaran pabrik, meskipun tampak ada sedikit perbedaan. Pada penelitian ini penulis

mencoba menganalisa pompa dengan variasi head pompa. Penelitian Variasi tinggi hisap pompa ini diharapkan dapat memaksimalkan performance pada pompa sentrifugal sebagaimana yang diharapkan untuk penelitian dengan unjuk kerja pompa.

Oleh sebab itu, penulis mengangkat permasalahan tersebut sebagai judul Tugas Akhir, yaitu: **“Analisis Pengaruh Tinggi Hisap Pompa Sentrifugal Terhadap Kapasitas Dan Efisiensi Pompa”**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut maka disimpulkan rumusan masalah antara lain sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh variasi tinggi hisap pada pompa sentrifugal terhadap kapasitas pompa sentrifugal?
2. Bagaimana pengaruh variasi tinggi hisap pompa terhadap Pressure Suction (P_s) dan Pressure Discharge (P_d)?
3. Bagaimana pengaruh variasi tinggi hisap pada pompa terhadap efisiensi pompa sentrifugal?

C. Batasan Masalah

Mengingat kompleksnya permasalahan yang berkaitan dengan pengaruh tinggi hisap pompa sentrifugal terhadap kapasitas dan efisiensi pompa, maka harus dilakukan pembatasan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini. Batasan masalah pada permasalahan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan menggunakan prototipe.
2. Penelitian ini tidak membahas proses manufaktur maupun proses pembuatan benda kerja.
3. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dalam skala laboratorium.

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Untuk dapat menganalisis pengaruh variasi tinggi hisap pompa sentrifugal terhadap kapasitas pompa sentrifugal.
2. Untuk dapat menganalisis pengaruh variasi tinggi hisap pompa sentrifugal terhadap Pressure Suction (Ps) dan Pressure Discharge (Pd).
3. Untuk dapat menganalisis pengaruh variasi tinggi hisap pompa sentrifugal terhadap efisiensi pompa sentrifugal.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Dapat mengetahui pengaruh tinggi hisap pompa sentrifugal terhadap kapasitas dan efisiensi pompa
2. Sebagai pengembangan pengetahuan, wawasan, meningkatkan kemampuan menganalisis dan referensi tambahan.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal adalah mesin atau alat yang digunakan untuk menambah energi pada suatu fluida (cair) berdasarkan gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh impeller yang berputar. Sehingga memungkinkan untuk memindahkan cairan dari satu tempat ke tempat lain. Menerima energi melalui impeller meningkatkan kecepatan fluida. Energi kinetik ini kemudian diubah menjadi energi tekanan oleh selubung pompa yang dirancang sebagai pompa spiral atau sentrifugal, atau sebagai baling-baling tetap (diffuser) yang mengelilingi impeller, dan cairan dipompa keluar dari pompa dengan kecepatan rendah.

Pompa sentrifugal bekerja dengan mengambil energi dari motor yang digerakkan oleh pompa dan memutar impeller yang dipasang pada poros. Cairan dalam impeller mengalir keluar karena momentum sudu sudu, dan ketinggian (h) baling-baling pemandu berkurang dan bertambah. Besarnya tekanan yang dihasilkan tergantung pada kecepatan fluida menggunakan persamaan (2.1):

$$P = \rho \times g \times h \dots \dots \dots (2.1)$$

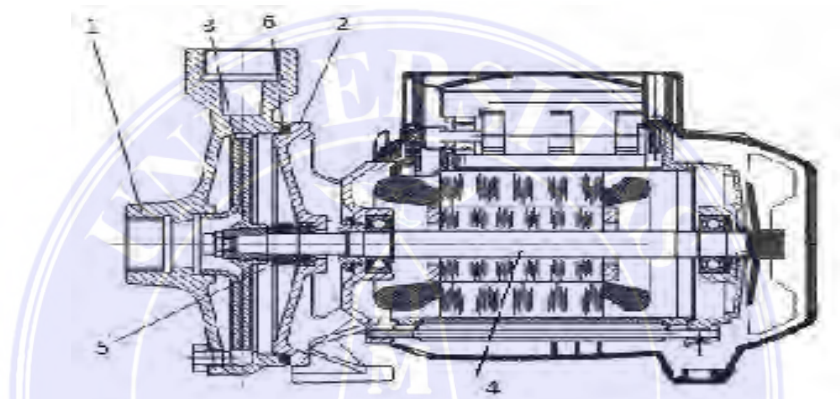
dimana : $P = \text{Tekanan Statis } \left(\frac{N}{m^2} \right)$

$\rho = \text{Kerapatan Fluida } \left(\frac{kg}{m^3} \right)$

$h = \text{Tinggi kenaikan (m)}$

$g = \text{Percepatan gravitasi } \left(\frac{N}{m^2} \right)$

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 2.1. merupakan bagian-bagian pompa sentrifugal



Gambar 2.1. Pompa Sentrifugal

Keterangan gambar:

1. *Casing volute* sebagai pengarah aliran dan rumah pompa.
2. Penyangga sebagaiudukan atau pijakan casing pompa.
3. *Impeller* sebagai memberi kecepatan pada zat cair.
4. Poros sebagai penerus energi listrik ke mekanik.
5. Seal mekanik sebagai bantalan dan penyumbat kebocoran.
6. *O-ring gasket* sebagai penahan kebocoran pada *casing volute* dan rumah pompa.

Karakteristik pompa merupakan parameter dari variabel Head (H), Daya (N), efisiensi (η) terhadap Debit (Q).

B. Klasifikasi Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal dapat diklasifikasikan berdasarkan :

1. Berdasar Kapasitas

- a. Kapasitas rendah : Sampai dengan $20 \text{ m}^3/\text{s}$
- b. Kapasitas menengah : $20 - 60 \text{ m}^3/\text{s}$
- c. Kapasitas tinggi : $> 60 \text{ m}^3/\text{s}$

2. Berdasarkan Tekanan *Discharge*

- a. Kapasitas rendah : Sampai dengan $5 \text{ m}^3/\text{s}$
- b. Kapasitas menengah : $5 - 50 \text{ m}^3/\text{s}$
- c. Kapasitas tinggi : $> 50 \text{ m}^3/\text{s}$

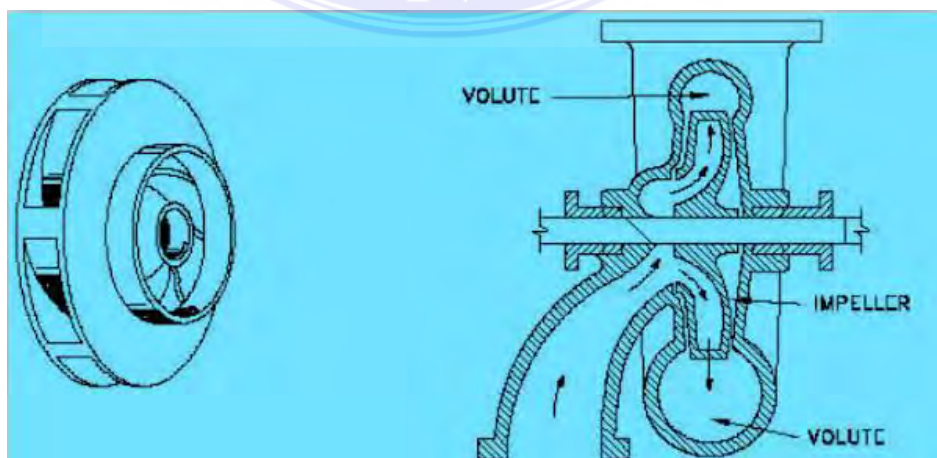
3. Pompa Sentrifugal dapat diklasifikasikan menurut beberapa cara yaitu:

a. Menurut jenis aliran dalam *Impeller*

1). Pompa aliran radial

Pompa ini mempunyai konstruksi sedemikian sehingga aliran zat cair yang keluar dari impeler akan tegak lurus poros pompa (arah radial). Pompa aliran radial mempunyai head yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan pompa jenis lain.

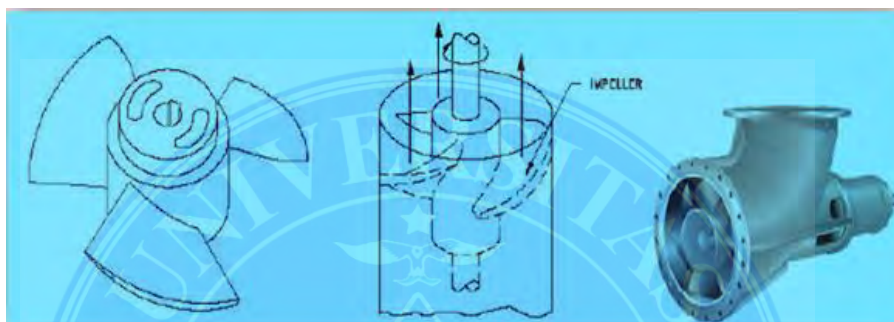
Gambar 2.2. merupakan Pompa Sentrifugal Aliran Radial.



Gambar 2.2. Pompa Sentrifugal Aliran Radial

2). Pompa aliran aksial

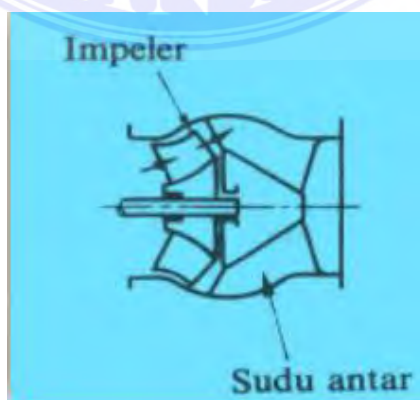
Arah aliran dalam sudu gerak pada pompa aliran aksial terletak pada bidang yang sejajar dengan sumbu poros dan head yang timbul akibat dari besarnya gaya angkat dari sudu – sudu geraknya. Pompa aliran aksial mempunyai head yang lebih rendah tetapi kapasitasnya lebih besar. Gambar 2.3. merupakan Pompa Sentrifugal Aliran Aksial



Gambar 2.3. Pompa Sentrifugal Aliran Aksial

3). Pompa Aliran Campur

Pada pompa ini fluida yang masuk sejajar dengan sumbu poros dan keluar sudu dengan arah miring (merupakan perpaduan dari pompa aliran radial da pompa aliran aksial). Pompa ini mempunyai head yang lebih rendah namun mempunyai kapasitas lebih besar. Gambar 2.4. merupakan Pompa Sentrifugal Aliran Campur.



Gambar 2.4. Pompa Sentrifugal Aliran Campur

a. Menurut jenis impeler

1). Impeler Tertutup

Sudu-sudu ditutup oleh dua buah dinding yang merupakan satu kesatuan, digunakan untuk pemompaan zat cair yang bersih atau sedikit mengandung kotoran.

2). Impeler Setengah Terbuka

Impeler jenis ini terbuka disebelah sisi masuk (depan) dan tertutup di sebelah belakangnya. Sesuai untuk memompa zat cair yang sedikit mengandung kotoran misalnya: air yang mengandung pasir, zat cair yang mengauskan, slurry, dll

3). Impeler Terbuka

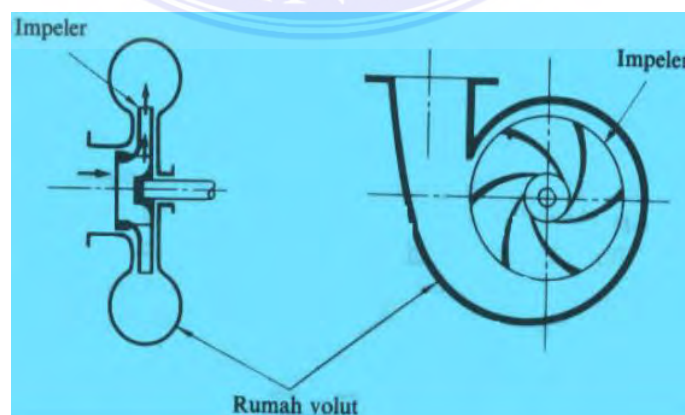
Impeler jenis ini tidak ada dindingnya di depan maupun di belakang. Bagian belakang ada sedikit dinding yang disisakan untuk memperkuat sudu. Jenis ini banyak digunakan untuk pemompaan zat cair yang banyak mengandung kotoran.

b. Menurut Bentuk Rumah

1). Pompa Volute

Bentuk rumah pompanya seperti rumah keong/siput (*volute*), sehingga kecepatan aliran keluar bisa dikurangi dan dihasilkan kenaikan tekanan. Gambar

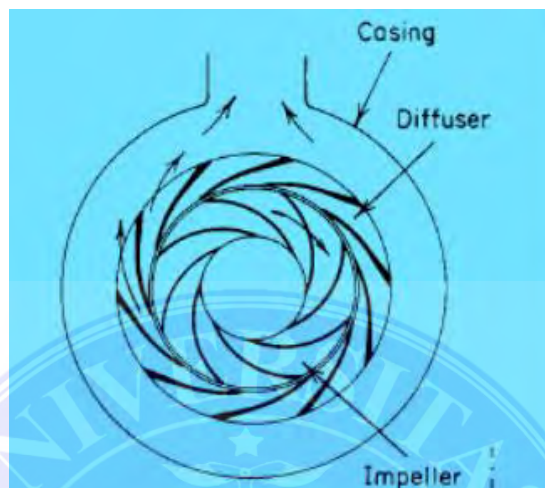
2.5. merupakan Pompa Sentrifugal Rumah Volut.



Gambar 2.5. Pompa Sentrifugal Rumah Volut

2). Pompa Diffuser

Pada keliling luar impeler dipasang sudu diffuser sebagai pengganti rumah keong. Gambar 2.6. merupakan Pompa Sentrifugal Diffuser.



Gambar 2.6. Pompa Sentrifugal Diffuser

3). Pompa Aliran Campur Jenis Volut

Pompa ini mempunyai impeler jenis aliran campur dan sebuah rumah volut.

4). Pompa Jenis Turbin

Pompa ini juga dikenal dengan pompa vorteks, *peri – peri*, dan *regeneratif*, cairan pada jenis ini diputar oleh baling – baling *impeller* dengan kecepatan yang tinggi selama hampir dalam satu putaran didalam saluran yang berbentuk cincin (*annular*), tempat impeller tadi berputar. Energi ditambahkan kecairan kedalam bentuk impuls. Jadi pompa turbin menambah energi pada cairan dalam sejumlah impuls.

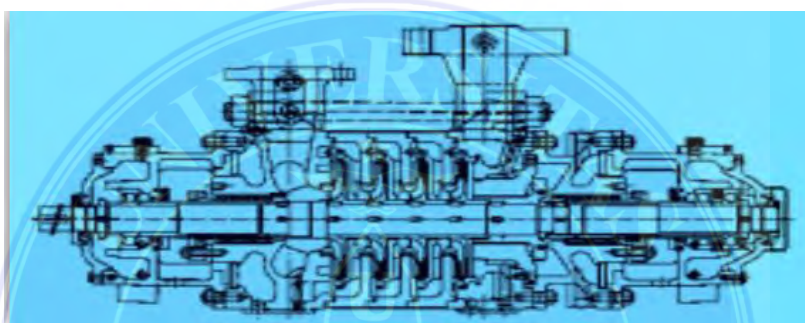
c. Menurut Jumlah Tingkat

1). Pompa Satu Tingkat

Pompa ini hanya mempunyai satu impeler. Head total yang ditimbulkan hanya berasal dari satu impeler, jadi relatif rendah.

2). Pompa Bertingkat Banyak

Pompa ini menggunakan beberapa impeler yang dipasang secara berderet (seri) pada satu poros. Zat cair yang keluar dari impeler pertama dimasukkan ke impeler berikutnya dan seterusnya hingga impeler terakhir. Head total pompa ini merupakan jumlahan dari head yang ditimbulkan oleh masing-masing impeler sehingga relatif tinggi. Gambar 2.7. merupakan Pompa Sentrifugal Bertingkat Banyak.



Gambar 2.7. Pompa Sentrifugal Bertingkat Banyak

d. Menurut Letak Poros

Menurut letak porosnya, pompa dapat dibedakan menjadi poros horisontal dan poros vertikal. Gambar 2.8. Merupakan Pompa Sentrifugal Poros Vertikal & poros Horizontal.



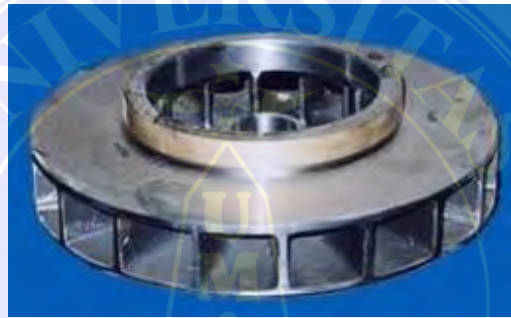
Gambar 2.8. Pompa Sentrifugal Poros Vertikal & Horizontal

e. Klasifikasi Menurut Jenis Impeller

Impeller memiliki beberapa jenis, diantaranya adalah impeller jenis tertutup, impeller jenis setengah terbuka, dan impeller jenis terbuka. Masing-masing jenis impeller akan dijelaskan sebagai berikut.

1). Impeller Tertutup

Sudu-sudu ditutup oleh dua buah dinding yang merupakan satu kesatuan, digunakan untuk memompa zat cair yang bersih atau sedikit mengandung kotoran. Gambar 2.9. Merupakan Impeller Tertutup.



Gambar 2.9. Impeller Tertutup

2). Impeller Setengah Terbuka

Impeller jenis ini terbuka di sebelah sisi masuk (depan) dan tertutup di sebelah belakang. digunakan untuk memompa zat cair yang mengandung sedikit kotoran, misalnya air yang bercampur pasir. Gambar 2.10. Merupakan Impeller setengah terbuka.



Gambar 2.10. Impeller setengah terbuka

3). Impeller Terbuka

Impeller jenis ini tidak ada dindingnya di depan ataupun di belakang, bagian belakang ada sedikit dinding yang disisakan untuk memperkuat sudu-sudu. Jenis ini banyak digunakan untuk memompa zat cair yang banyak mengandung kotoran yang volumenya lebih besar dari butiran pasir. Impeller terbuka ditunjukkan pada gambar dibawah ini. Gambar 2.11. Merupakan Impeller terbuka.

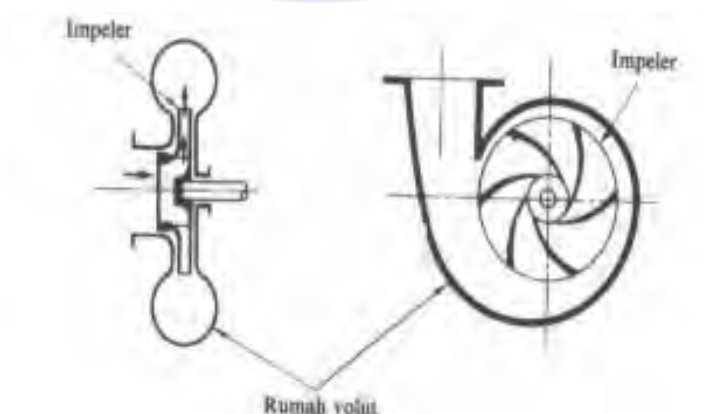


Gambar 2.11. Impeller terbuka.

f. Klasifikasi Menurut Bentuk Rumah

1). Pompa Volut

Pada sebuah pompa sentrifugal, zat cair pada impeller secara langsung dibawa ke rumah volut. Gambar 2.12. Merupakan Pompa volut.

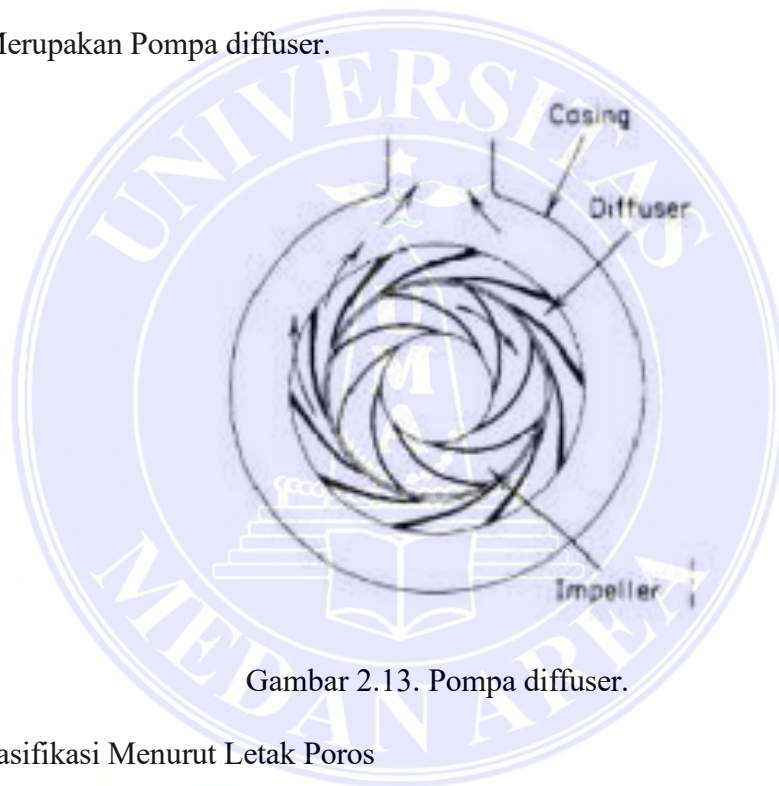


Gambar 2.12. Pompa volut.

2). Pompa Diffuser

Pompa sentrifugal ini dilengkapi dengan sudu diffuser di keliling luar impeller, konstruksi dan bagian-bagian dari pompa ini sama dengan pompa volut. Fungsi dari diffuser adalah untuk meningkatkan efisiensi pompa dan konstruksinya lebih kuat, maka konstruksi ini sering dipakai pada pompa besar dengan head tinggi. pompa ini juga sering dipakai sebagai pompa bertingkat banyak karena aliran dari tingkat satu ke tingkat berikutnya dapat dilakukan tanpa menggunakan rumah volut. Gambar

2.13. Merupakan Pompa diffuser.

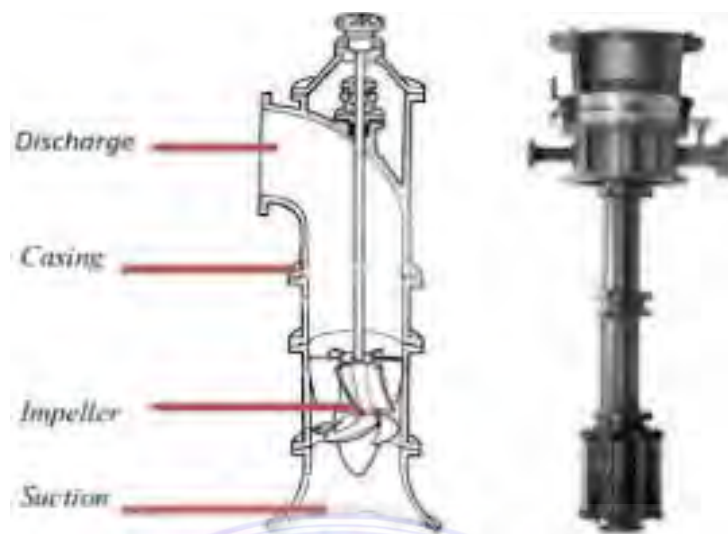


Gambar 2.13. Pompa diffuser.

g. Klasifikasi Menurut Letak Poros

1). Pompa Jenis Poros Tegak (Vertical)

Pompa aliran campur dan pompa aliran aksial sering dibuat dengan poros tegak (vertical). Poros ini dipegang di beberapa tempat sepanjang pipa kolom oleh bantalan yang terbuat dari karet. Gambar 2.14. merupakan Poros vertical.



Gambar 2.14. Poros vertical.

2). Pompa Jenis Poros Mendatar (Horizontal)

Pompa ini mempunyai poros dengan posisi mendatar, pompa jenis ini dapat dilihat pada gambar (2.15.) dibawah ini.



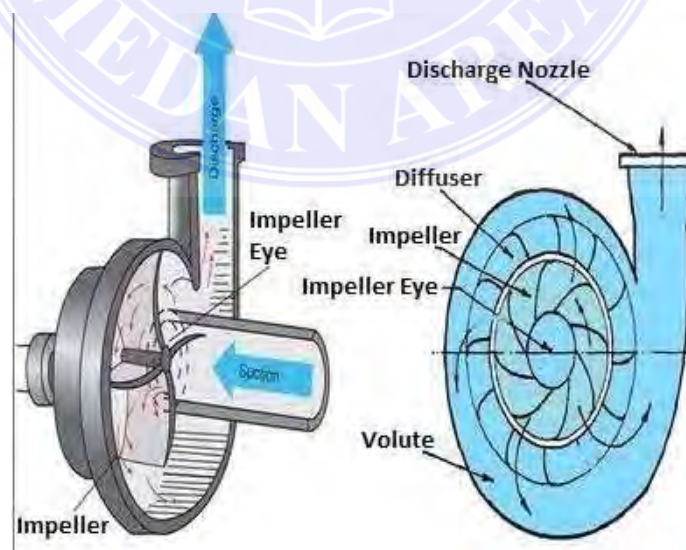
Gambar 2.15. Poros horizontal

C. Prinsip kerja Pompa Sentrifugal

Sebuah objek benda diputar dalam gerak melingkar, benda tersebut akan cenderung terlempar keluar dari pusat lingkaran. Satu cara untuk menambah energi

kepada fluida cair adalah dengan memutar fluida tersebut dalam arah melingkar. Gaya yang mengakibatkan sebuah objek terlempar keluar dalam gerak melingkar disebut gaya sentrifugal. Bagian pompa yang memutar fluida cair disebut impeller. Fluida cair mengalir melalui inlet pompa dan masuk kedalam titik pusat impeller. Selanjutnya impeller akan menggerakkan fluida tersebut dalam gerak melingkar, Fluida cair akan didorong dari titik pusat menuju bagian terluar dari bibir impeller. Semakin cepat impeller berputar, akan semakin cepat fluida cair bergerak. Impeller disusun dari rangkaian vanes atau blade, yang berfungsi untuk mengarahkan aliran fluida).

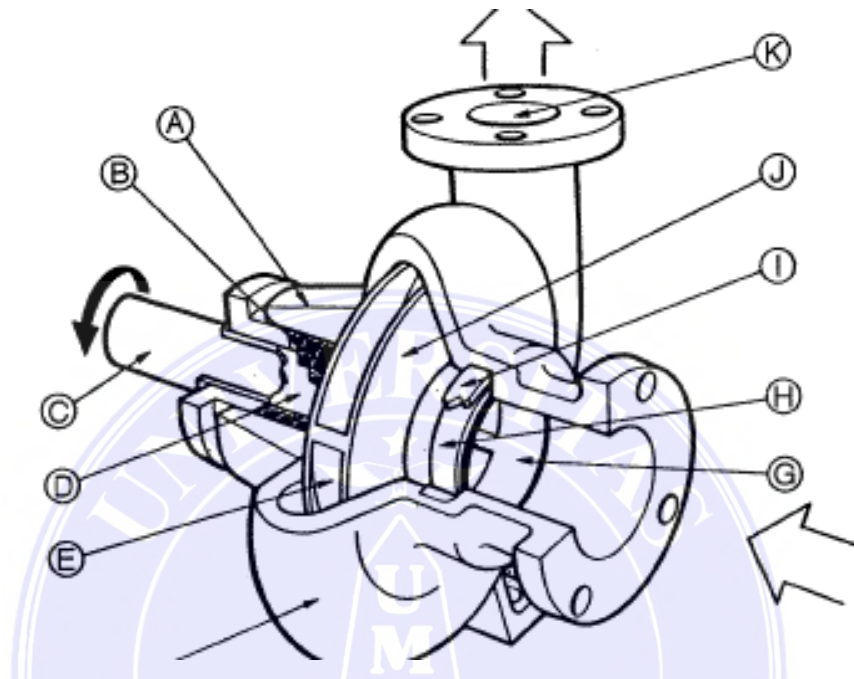
Pompa sentrifugal bekerja berdasarkan prinsip gaya sentrifugal yaitu bahwa benda yang bergerak secara melengkung akan mengalami gaya yang arahnya keluar dari titik pusat lintasan yang melengkung tersebut. Besarnya gaya sentrifugal yang timbul tergantung dari masa benda, kecepatan gerak benda, dan jari-jari lengkung lintasannya. Gambar 2.16. merupakan Fluida Masuk dan Fluida Keluar Pada Pompa Sentrifugal.



Gambar 2.16. Fluida Masuk dan Fluida Keluar Pada Pompa Sentrifugal

D. Bagian-bagian Pompa Sentrifugal

Bagian utama pompa sentrifugal dapat dilihat pada gambar 2.17. sebagai berikut:



Gambar 2.17. Bagian-bagian Pompa Sentrifugal

Keterangan gambar:

a. *Stuffing Box*

Stuffing pompa menembus *Box* berfungsi untuk mencegah kebocoran pada daerah dimana poros casing.

b. *Packing*

Packing berfungsi untuk mencegah dan mengurangi bocoran cairan dari casing pompa melalui poros. Biasanya terbuat dari asbes atau teflon.

c. *Shaft (poros)*

Shaft (poros) berfungsi untuk meneruskan momen puntir dari penggerak selama beroperasi dan tempat kedudukan impeller dan bagian-bagian berputar lainnya.

d. *Shaft sleeve*

Shaft sleeve berfungsi untuk melindungi poros dari erosi, korosi dan keausan pada *stuffing box*. Pada pompa *multi stage* dapat sebagai *leakage joint*, *internal bearing* dan *interstage* atau *distance sleeve*.

e. *Vane*

Vane merupakan Sudu dari impeller sebagai tempat berlalunya cairan pada impeller.

f. *Casing*

Casing merupakan bagian paling luar dari pompa yang berfungsi sebagai pelindung elemen yang berputar, tempat kedudukan diffusor (guide vane), inlet dan outlet nozel serta tempat memberikan arah aliran dari impeller dan mengkonversikan energi kecepatan cairan menjadi energi dinamis (single stage).

g. *Eye of Impeller*

Bagian sisi masuk pada arah isap impeller.

h. *Impeller*

Impeller berfungsi untuk mengubah energi mekanis dari pompa menjadi energi kecepatan pada cairan yang dipompakan secara kontinyu, sehingga cairan pada sisi isap secara terus menerus akan masuk mengisi kekosongan akibat perpindahan dari cairan yang masuk sebelumnya.

i. *Wearing Ring*

Wearing ring berfungsi untuk memperkecil kebocoran cairan yang melewati bagian depan impeller maupun bagian belakang impeller, dengan cara memperkecil celah antara casing dengan impeller.

j. *Bearing*

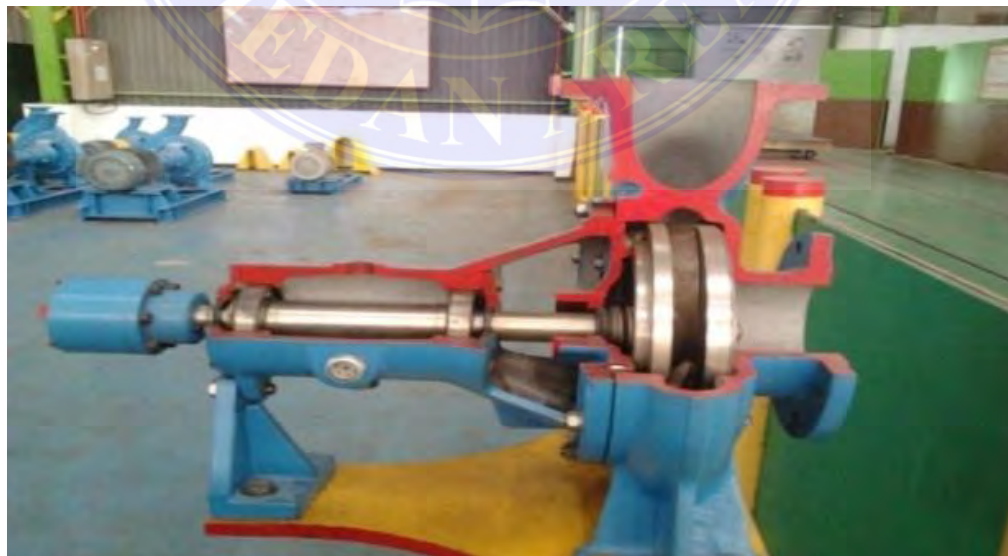
Bearing (bantalan) berfungsi untuk menumpu dan menahan beban dari poros agar dapat berputar, baik berupa beban radial maupun beban axial. *Bearing* juga memungkinkan poros untuk dapat berputar dengan lancar dan tetap pada tempatnya, sehingga kerugian gesek menjadi kecil.

k. *Casing*

Casing merupakan bagian paling luar dari pompa yang berfungsi sebagai pelindung elemen yang berputar, tempat kedudukan *diffusor* (*guide vane*), inlet dan outlet nozel serta tempat memberikan arah aliran dari impeller dan mengkonversikan energi kecepatan cairan menjadi energi dinamis (*single stage*).

E. Sistem Kerja Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal digunakan untuk memberikan atau menambah kecepatan pada cairan dan kemudian merubahnya menjadi energi tekan. Pompa sentrifugal, seperti yang diperlihatkan dalam Gambar 2.18. dibawah ini.



Gambar 2.18. Pompa Sentrifugal

Bagian – bagian utama pompa sentrifugal antara lain :

a. Impeller

Impeller berfungsi untuk mengubah energi mekanis dari pompa menjadi energi kecepatan pada cairan yang dipompa secara kontinue, sehingga cairan pada sisi hisap secara terus menerus akan masuk mengisi kekosongan akibat perpindahan dari cairan yang masuk sebelumnya. Ada tiga jenis *impeller*, yaitu *open impeller*, *semi open impeller* dan *closed impeller*.

b. Rumah Pompa (Volute Casing)

Rumah pompa merupakan bagian paling luar dari pompa yang berfungsi sebagai pelindung elemen yang berputar, tempat kedudukan *diffuser*, *suction nozzle* dan *discharge nozzle* serta memberikan arah aliran dari *impeller* dan mengubah energi kecepatan menjadi energi tekan.

c. Shaft

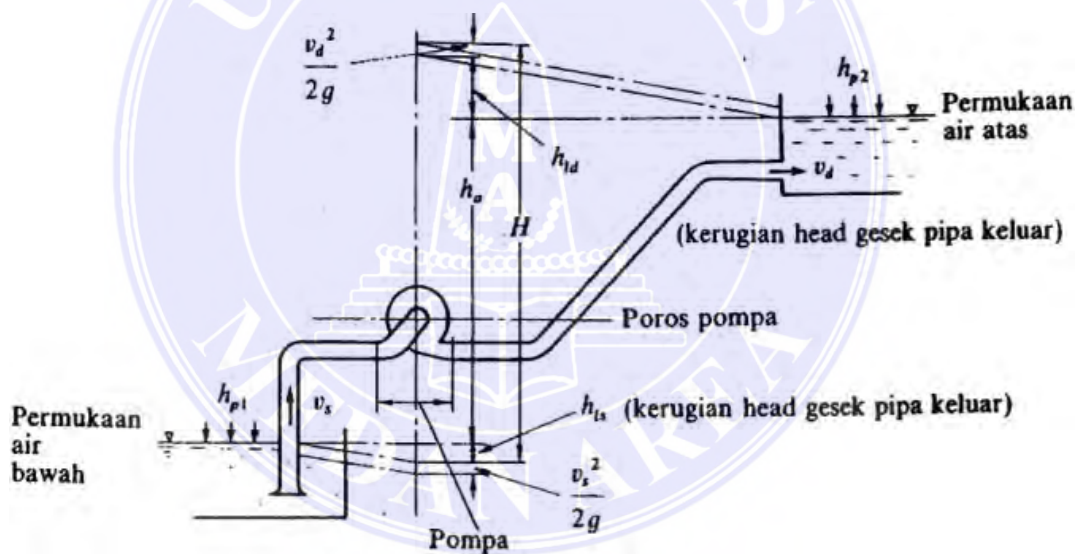
Shaft berfungsi untuk meneruskan momen puntir dari penggerak (motor) selama beroperasi ke *impeller*. *Shaft* juga berfungsi sebagai tempat kedudukan *impeller* dan bagian – bagian lain yang berputar. Untuk menghubungkan antara *shaft* pompa dengan *shaft* penggerak (motor) maka diperlukan kopling. Bagian luar *shaft* ini biasanya dilindungi oleh *shaft sleeve*.

F. Perhitungan Pompa Sentrifugal

1. Head Pompa

Pompa sentrifugal mempunyai sebuah impeler (baling-baling) untuk mengangkat zat cair dari tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi. Daya dari luar diberikan kepada poros pompa untuk memutar impeler di dalam zat cair. Maka zat cair yang ada di dalam impeler ikut berputar oleh dorongan sudu-

sudu. Karena timbulnya gaya sentrifugal, maka zat cair mengalir dari tengah impeler keluar melalui saluran diantara sudu-sudu. Di sini *head* tekanan zat cair menjadi lebih tinggi. Demikian pula *head* kecepatannya bertambah besar karena zat cair mengalami percepatan. Zat cair yang keluar dari impeler ditampung oleh saluran berbentuk volut (*spiral*) dikelilingi impeler dan disalurkan keluar pompa melalui nosel. Di dalam nosel ini sebagian *head* kecepatan aliran diubah menjadi *head* tekanan. Jadi, impeler pompa berfungsi memberikan kerja kepada zat cair sehingga energi yang dikandungnya menjadi bertambah besar. Selisih energi per satuan berat atau total head zat cair antara flens isap dan flens keluar pompa disebut *head* total pompa. Gambar 2.19. merupakan Head Pompa.



Gambar 2.19. Head Pompa

Head pompa adalah energi per satuan berat yang harus disediakan untuk mengalirkan sejumlah zat cair yang direncanakan sesuai dengan kondisi instalasi pompa, atau tekanan untuk mengalirkan sejumlah zat cair, yang umumnya dinyatakan dalam satuan panjang.

Menurut persamaan Bernauli, ada tiga macam head (energi) fluida dari

sistem instalasi aliran, yaitu, energi tekanan, energi kinetik dan energi potensial.

Hal ini dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

$$H : h_a + \Delta h_p + h_l + \frac{vd^2}{2g} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana: h_a = Head statis total (m).

Δh_p = Perbedaan head tekanan yang bekerja pada kedua permukaan air (m).

$$\Delta h_p = h_{p2} - h_{p1}.$$

h_{p1} = Tekanan yang bekerja pada permukaan air sisi masuk (m).

h_{p2} = Tekanan yang bekerja pada permukaan air sisi keluar (m).

Head total pompa adalah dengan pertambahan energi fluida antara ujung sisi *inlet* dengan sisi *outlet*, head total juga berarti selisih head pada sisi *suction* dan pada sisi *discharge*. Head total pompa dapat ditulis dengan persamaan berikut:

$$H_t = \frac{(Pd - Ps) \cdot 10^3}{\rho \cdot g} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana : H_t = Head total (m) g = gravitasi (m/s^2)

Pd = Tekanan discharge (m)

Ps = Tekanan suction (m)

ρ = Kerapatan fluida ($\frac{m}{s^2}$)

2. Daya Hisap Pompa Sentrifugal

Cara untuk meningkatkan daya hisap sebuah mesin pompa air memerlukan perhitungan yang sangat kompleks dan kesemuanya berhubungan dengan teknis mulai dari panjang atau jarak hisap, diameter pipa, debit air serta tenaga unit pompa itu sendiri.

Jika diambil contoh sederhana yaitu ketika seseorang ingin menghisap air di dalam gelas dengan menggunakan sebuah selang pendek berdiameter kecil tentu akan lebih mudah dari pada menghisap dengan menggunakan selang berdiameter yang lebih besar. Hal ini akan dapat memberikan gambaran bahwa daya hisap akan dipengaruhi oleh faktor faktor pendukungnya.

Pada instalasi pompa, aliran fluida dapat menimbulkan kerugian head baik akibat gesekan maupun kecepatan aliran, perubahan luas penampang dan lain sebagainya. Dengan data-data perbandingan antara diameter pipa hisap terhadap daya, debit dan kecepatan aliran air maka dapat dibuat tabel perhitungannya.

3. Efisiensi Pompa

Pompa tidak dapat mengubah seluruh energi kinetik menjadi energi tekanan karena ada sebagian energi kinetik yang hilang dalam bentuk losis. Efisiensi pompa adalah suatu factor yang dipergunakan untuk menghitung losis ini. Efisiensi pompa terdiri dari :

- a. Efisiensi hidrolis, memperhitungkan losis akibat gesekan antara cairan dengan impeller dan losis akibat perubahan arah yang tiba-tiba pada impeler.
- b. Efisiensi volumetris, memperhitungkan losis akibat resirkulasi pada ring dan bush.
- c. Efisiensi mekanis, memperhitungkan losis akibat gesekan pada seal, packing gland dan bantalan.

Pompa sentrifugal dirancang pada kapasitas dan head tertentu, walaupun dapat juga dioperasikan pada kapasitas dan head yang lain. Efisiensi pompa akan mencapai maksimum pada *designed point* tersebut, yang dinamakan dengan titik

Break event Point. Untuk kapasitas yang lebih kecil atau lebih besar efisiensinya akan lebih rendah. Efisiensi pompa adalah perbandingan antara daya hidrolis pompa dengan daya poros pompa.

$$\eta = \frac{P_h}{P_s} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana: P_h : Daya hidrolis (kw)

P_s : Daya poros pompa (kw)

4. Daya Hidrolis

Daya hidrolis adalah daya yang diperlukan oleh pompa untuk mengangkat sejumlah zat cair pada ketinggian tertentu. Daya hidrolis dapat dicari dengan persamaan berikut:

$$P_H = \frac{\rho g Q H}{75 HP} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana : ρ = massa jenis (kg/m^3)

g = gaya gravitasi (m/s^2)

H = head (m)

Q = kapasitas (m^3/s)

P_H = Daya hidrolis (kw)

5. Daya Poros

$$\text{Sementara daya poros adalah : } P_H = \frac{\rho g Q H}{75 \eta_p HP} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana : ρ = massa jenis (kg/m^3)

g = gaya gravitasi (m/s^2)

H = head (m)

Q = kapasitas (m^3/s)

P_H = Daya hidrolis (kw)

$$\eta p = \text{Efisiensi Pompa (\%)}$$

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 porsimpeller yang beroperasi pada sembarang kecepatan.

Kecepatan spesifik didefinisikan sebagai kecepatan dalam putaran per menit, diman suatu porsimpeller akan beroperasi secara bersamaan, umumnya apabila diperkecil akan dapat memberikan kapasitas teruji (rating) sebesar satu GPM pada tinggi tekan total sebesar 1 feet Kecepatan spesifik diberi simbol (NS) yang dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

$$Ns = \frac{n \sqrt{Q}}{H^{3/4}} \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana: n = Putaran pompa (rpm)

Q = Kapasitas pompa (m³/s)

H = Head pompa (m)

7. Daya hidrolis

Untuk menentukan daya hidraulis digunakan persamaan berikut:

$$Ph = \rho \times H \times Q \times g \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana: ρ = Berat jenis fluida (kg/m³)

h = Tinggi tekanan total pompa (m)

Q = Kapasitas pompa (l/m)

g = Percepatan gravitasi (m/s^2)

8. Head kerugian gesek sepanjang pipa

Untuk menghitung kerugian gesek sepanjang pipa dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$h_{fd} = f_d \times \frac{Ld}{Dd} \times \frac{vd^2}{2 \times g} \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana : h_f = Kerugian gesek dalam pipa (m)

f = Faktor gesek

v = Kecepatan rata-rata aliran didalam pipa (m/s^2)

g = Percepatan gravitasi (m/s^2)

L = panjang pipa (m) D = diameter pipa (m)

9. Kerugian Head Ketika Aliran Keluar



Gambar: 2.20. Kondisi aliran masuk dan koefisien

kerugian Keterangan gambar:

G. Reentrant, $K_L = 0,78$

H. Tepi Tajam, $K_L = 0,4-0,5$

I. Sedikit dibulatkan, $K_L = 0,2-0,25$

J. Dibulatkan, $K_L = 0,05$

10. Kerugian head Pada Belokan (Elbow).

Untuk belokan lengkung koefisien kerugian dihitung dengan persamaan berikut ini:

$$h_{fd} = f_x \frac{v d^2}{2 \times g} \dots \dots \dots (2.10)$$

11. kerugian head perkatupan (valve)

Perumusan untuk menghitung kerugian head karena pemasangan katup dapat diketahui dengan persamaan berikut ini:

$$h_{fd} = f_d \times \frac{v d^2}{2 \times g} \dots \dots \dots (2.11)$$

12. Head kerugian pada pipa PVC

Perumusan untuk menghitung head kerugian pada pipa PVC dapat diketahui dengan persamaan berikut ini:

$$Re_s = \frac{D_s \times V_s}{\nu} \dots \dots \dots (2.12)$$

Re = Bilangan Reynold

V= Kecepatan aliran fluida (m/s)

ν = Vsikositas kinematika air (m²/s)

D = Diameter dalam pipa (m)

Jika aliran fluida bersifat laminar maka persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$f = \frac{64}{Re} \dots \dots \dots (2.13)$$

dimana : f : kerugian gesek

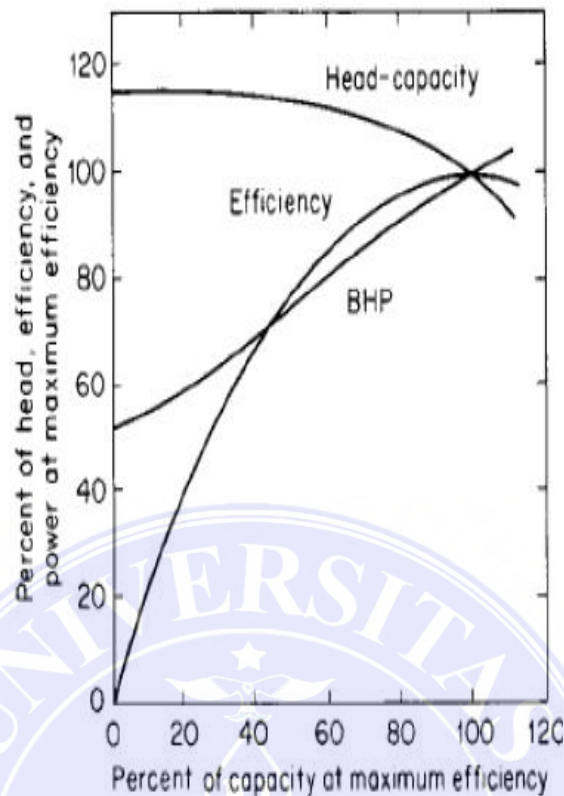
re: bilangan reynold

13. Kurva Karakteristik Pompa

Menurut [5] bahwa karakteristik dari pompa sentrifugal merupakan hubungan antara tekanan yang dibangkitkan (head) dan kecepatan aliran volum (kapasitas). Karakteristik dapat juga menyertakan kurva efisiensi dan harga brake horse power- nya. Karakteristik pompa sentrifugal dapat digambarkan dalam kurva karakteristik yang melukiskan jalannya lintasan dan besaran-besaran tertentu terhadap besaran kapasitas, besaran-besaran itu adalah :

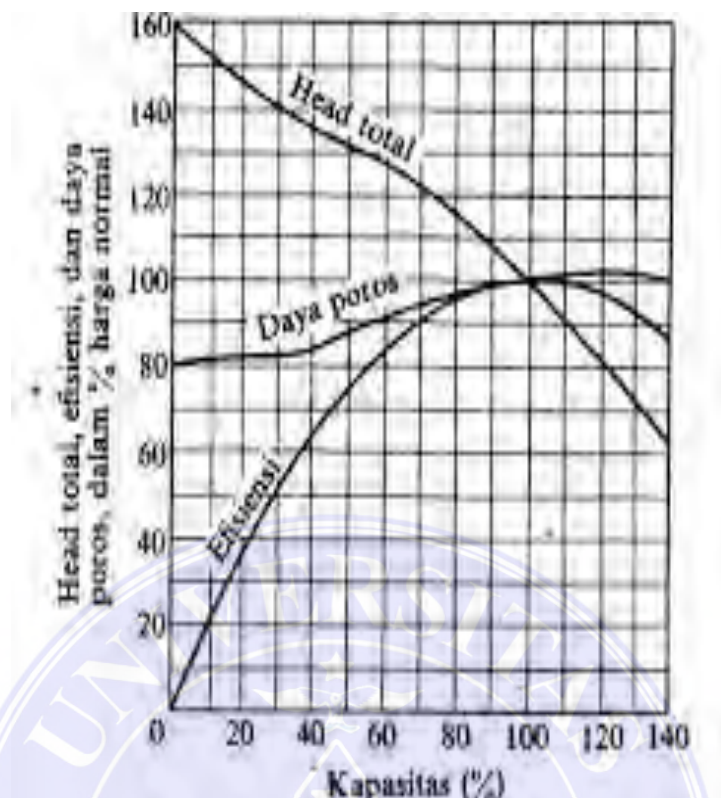
1. Head pompa (H)
2. Daya pompa (P)
3. Efisiensi pompa (η)

Kurva-kurva karakteristik yang menyatakan bahwa besarnya head total pompa, daya poros, dan efisiensi pompa, terhadap kapasitas. Gambar 2.5 merupakan kurva Head, Efisiensi dan Daya dapat disimpulkan bahwa semakin besar head pompa, maka semakin banyak kapasitas air yang di hasilkan oleh pompa tersebut. Gambar 2.20. merupakan Kurva Head, Efisiensi dan Daya.

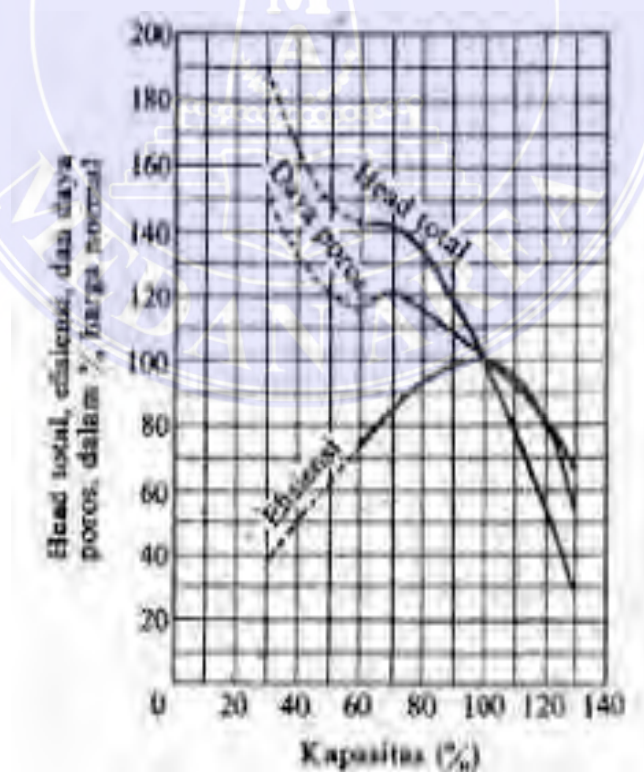


Gambar 2.20. Kurva Head, Efisiensi dan Daya

Dari grafik dibawah ini terlihat bahwa kurva head – kapasitas menjadi semakin curam pada pompa dengan harga n_s yang semakin besar. Disini head pada kapasitas nol (shut of head) semakin tinggi pada n_s yang semakin besar. Kurva daya terhadap kapasitas mempunyai harga minimum bila kapasitas aliran sama dengan nol pada pompa sentrifugal dengan N_s kecil. Kurva efisiensi terhadap kapasitas dari pompa sentrifugal umumnya berbentuk mendekati busur lingkaran. Harga efisiensinya hanya sedikit menurun bila kapasitas berubah menjauhi harga optimumnya. Dalam memilih pompa yang tepat bagi keperluan tertentu, karakteristik pompa seperti diuraikan diatas sangat penting untuk diperhatikan dan dipertimbangkan. Gambar 2.6. dan gambar 2.7. merupakan kurva karakteristik pompa volut dan aksial.



Gambar 2.21. Kurva karakteristik pompa volut.



Gambar 2.22. Kurva karakteristik pompa aliran aksial

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu

1. Tempat

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Prestasi Mesin Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area dari tanggal 11 Nopember 2019 sampai 17 Februari 2020

2. Waktu

Penelitian ini dilakukan mulai 11 Nopember 2019 sampai 17 Februari 2020, pengambilan data dan uji dilakukan pada hari senin s/d jumat.

Tabel 3.2 Perencanaan Penulisan Skripsi

Jadwal	Juni				November				Juni				Januari		
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III
Bimbingan Proposal															
Seminar Proposal															
Pengambilan Data															
Analisis Data															
Seminar Hasil															
Perbaikan															
Sidang Sarjana															

B. Alat dan Bahan

1. Alat

a. Pompa sentrifugal

Pada penelitian ini pompa yang digunakan yaitu pompa sentrifugal menggunakan aliran radial dengan impeller tertutup (closed type impeller) satu tingkat, dengan isapan tunggal buatan MTP type SN 57667.



Gambar 3.1. Pompa sentrifugal

b. Pressure gauge

Pressure gauge digunakan untuk mengukur tekanan sebuah fluida cair didalam sebuah skilus tertutup melalui pipa discharge.



Gambar 3.2. Pressure gauge

c. Vacuum gauge

Vacuum gauge digunakan untuk mengukur tekanan sebuah fluida cair dibawah tekanan atmosfir yang masuk kedalam sebuah pompa melalui pipa suction.



Gambar 3.3. Vacuum gauge

d. Flow Meter

Flow Meter berfungsi sebagai pengukur volume cairan atau fluida yang keluar dari pipa discharge.



Gambar 3.4. Flow Meter

Tabel 3.1. Spesifikasi Pompa Sentrifugal

No	Komponen	Spesifikasi
1	<i>Merk</i>	Yamamax
2	<i>Type</i>	DB-175
3	Jenis Impeller	Tertutup
4	Kapasitas	0,0013 m ³ /s
5	Daya Hisap Maksimum	8 m
6	Tinggi Aliran	20 m
7	Putaran	2850 rpm
8	Daya Keluaran	370 Watt
9	Tegangan	450 Volt

2. Bahan

Bahan yang akan dipergunakan pada penelitian ini ialah sebuah instalasi perpipaan untuk mengalirkan fluida cair, antara lain :

a. Pipa

Pipa yang digunakan adalah jenis PVC yang berfungsi sebagai tempat mengalirnya sebuah fluida atau aliran fluida cair. Gambar 3.2 merupakan jenis pipa PVC yang digunakan.



Gambar 3.5 Pipa PVC

b. Sambungan

Fungsinya adalah untuk menyambung bagian antar pipa satu dengan yang lain untuk menyesuaikan dengan kebutuhan.



Gambar 3.6. Sambungan

c. Elbow

Elbow digunakan sebagai penyambung dua pipa juga untuk membelokkan aliran fluida pada sebuah siklus. Gambar 3.4 merupakan Elbow 90⁰ berbahan PVC yang digunakan.

Gambar 3.7. Elbow 90⁰d. *Globe valve*

globe valve yang digunakan model tuas yang berfungsi untuk memutuskan dan menghubungkan aliran fluida dipasang pada instalasi alat uji pada pipa suction.

Gambar 3.5 merupakan jenis globe valve yang digunakan.



Gambar 3.8. Globe Valve

C. Prosedur Penelitian

Tahapan pertama adalah menyiapkan alat dan bahan, alat dan bahan yang disiapkan adalah semua alat yang terulah diuraikan pada bagian B. Alat dan bahan diatas. Apabila alat dan bahan tersebut telah lengkap maka langkah selanjutnya ialah melakukan instalasi pompa sentrifugal, langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

A. Langkah-Langkah Penelitian

a) Persiapan

Sebelum melakukan penelitian terlebih dahulu melakukan persiapan.

Persiapan-persiapan yang harus dilakukan antara lain:

- a) Melakukan survey dan melakukan studi literatur untuk merencanakan apa saja yang akan dianalisis.
- b) Menyiapkan bahan, alat ukur, dan semua perlengkapan yang dibutuhkan.
- c) Memasang instalasi perpipaan, merangkai pipa-pipa instalasi fluida sesuai skema rangkaian yang dirancang sesuai dengan perencanaan, pemasangan alat

pressure gauge, vacuum gauge, serta ukur debit air pada instalasi pemipanya.

b) Prosedur pengujian

Prosedur pengujian merupakan persiapan awal, meliputi perancangan penempatan dan perakitan alat uji sesuai dengan gambar rancangan alat uji, maupun melakukan kalibrasi dan pengambilan data. Urutan prosedur dalam melaksanakan pengujian ini adalah sebagai berikut :

1). Pengujian:

- a) Mengatur semua peralatan pengujian pompa sentrifugal.
- b) Memasang alat ukur pressure gauge, flow meter dan vacuum gauge pada instalasi alat uji.
- c) Mengisi air kedalam bak penampung sebanyak 50 liter.
- d) Menghidkan pompa sentrifugal pada RPM maksimum agar aliran fluida menghilangkan gelembung-gelembung udara yang terjebak di dalam aliran penyirkulasi.
- e) Mengatur besarnya bukaan katup masuk dan mencatat hasil pengukuran:
 - a. Menulis hasil pengukuran putaran poros pompa menggunakan tachometer dengan mendekatkan reflective paper tachometer ke poros pompa pada kondisi pompa hidup.
 - b. Menulis hasil pengukuran kapasitas aliran (Q) pada flowmeter dengan melihat pada alat ukur flowmeter pada saat katup glove valve telah dibuka.
 - c. Menulis hasil pengukuran tekanan hisap (P_s) pada vacuum gauge dengan cara melihat jarum yang bergerak pada vacuum gauge saat pompa hidup.

- d. Menulis hasil pengukuran tekanan buang (P_d) pada pressure gauge dengan melihat jarum yang bergerak pada alat ukur pressure gauge saat pompa hidup.
 - e. Membuat tabel dan mencatat hasil pada pengujian pompa saat bukaan katup terhadap head pompa sentrifugal.
 - f. Setelah melakukan pengujian pertama dengan bukaan katup (valve), lakukan pengujian lagi dengan bukaan katup (valve) yang berbeda pula agar memperoleh hasil head pompa yang berbeda-beda namun menggunakan cara yang sama.
 - g. Saat pengujian selesai, bersihkan dan susun semua peralatan tersebut.
3. Indikasi yang dilakukan

Adapun indikasi yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada alat ukur yang digunakan. Antara lain pressure gauge untuk mengukur tekanan fluida, tachometer untuk mengukur putaran poros dan flowmeter untuk mengukur kapasitas pompa sentrifugal. Menggunakan tabel pengambilan data tersebut selanjutnya melakukan perhitungan menggunakan rumus-rumus yang diperlukan.

D. Teknik Pengambilan Data

Pengambilan data penelitian adalah sebagai berikut:

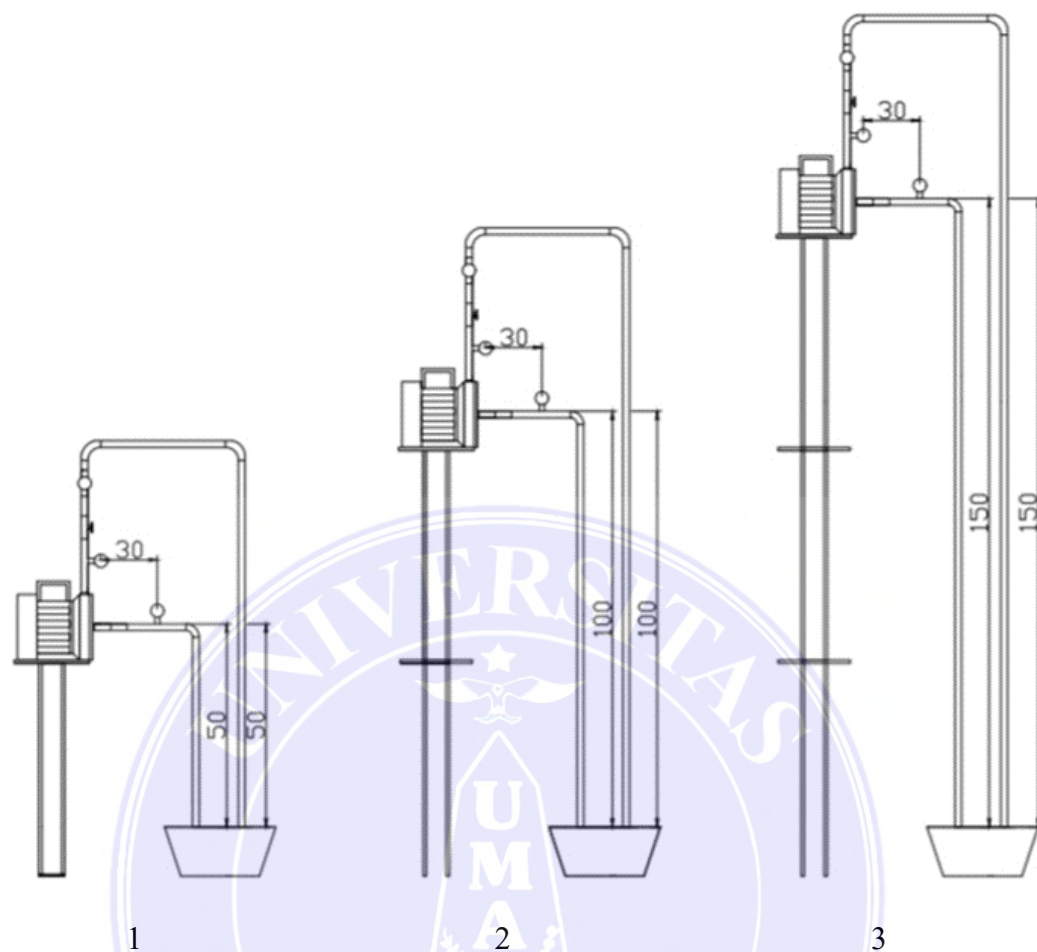
1. Pengambilan data dengan cara melihat pergerakan jarum alat ukur tekanan pada bagian *discharge & suction*.
2. Pengukuran putaran poros menggunakan *tachometer*.
3. Pengukuran tinggi permukaan fluida di *V-Notch weir* dan di tanki.
4. Pengambilan hasil data dilakukan pada saat aliran telah *steady* saat pengukuran ketinggian pada *V-notch*.

E. Teknik Analisis Data

Pada penelitian ini Teknik analisis data yang digunakan adalah statistika *deskriptif kuantitatif*. Teknik ini, dilakukan dengan cara menelaah data yang diperoleh dari eksperimen, dimana hasilnya berupa data kuantitatif yang akan dibuat dalam bentuk tabel dan ditampilkan dalam bentuk grafis. Langkah selanjutnya adalah mendeskripsikan atau menggambarkan data tersebut sebagaimana adanya dalam bentuk kalimat yang mudah dibaca, dipahami, dan dipresentasikan sehingga pada intinya adalah sebagai upaya memberi jawaban atas permasalahan yang diteliti [6].

F. Rancangan Alat Pengujian

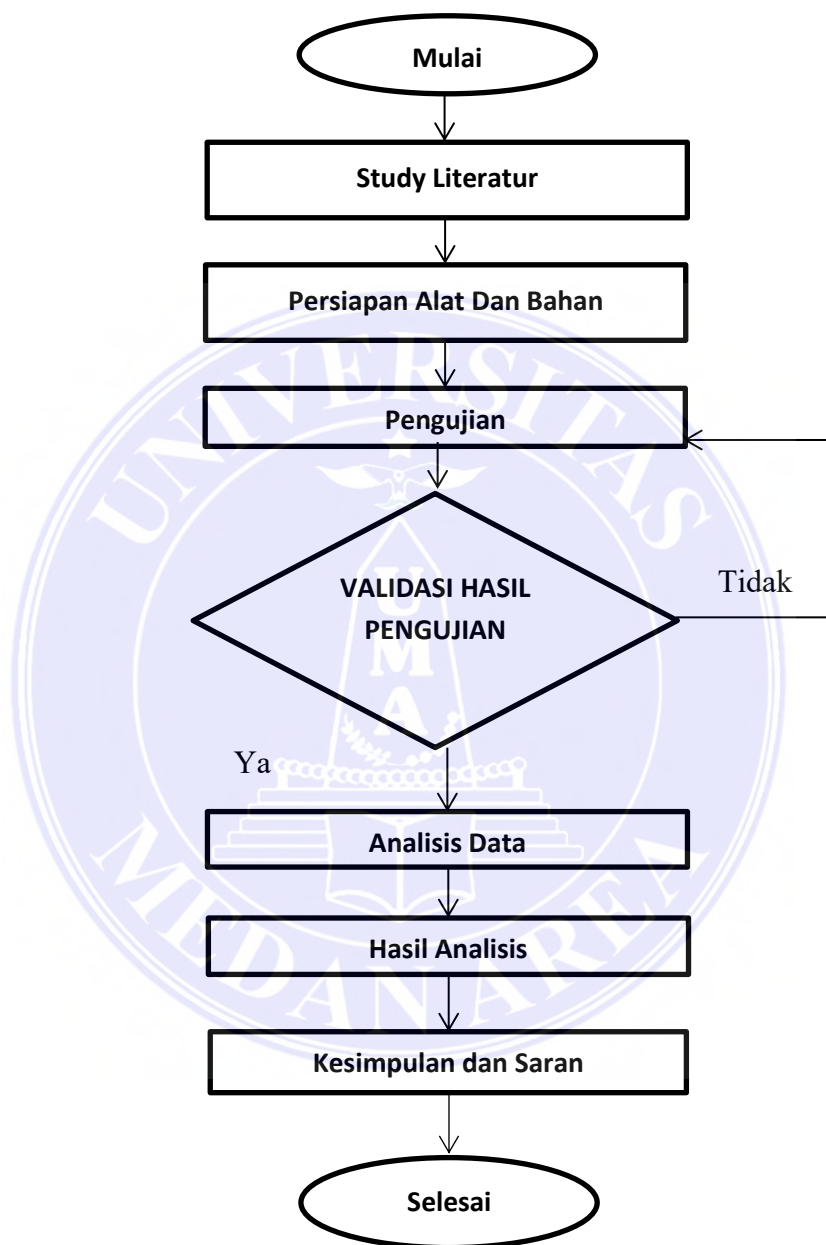
Rancangan alat pengujian pada penelitian ini dibuat terlebih dahulu didesain sesuai dengan dasar landasan teori, sebagaimana alat dan bahan tersedia dilapangan. Desain alat uji dirancang sesederhana mungkin tanpa mengesampingkan ketelitian hasil dari pengukurannya. Alat uji ini didesain untuk pengujian dan pengambilan data untuk sifat sifat fluida yang spesifik. Rancangan alat uji terlihat pada gambar.



Gambar 3.9. Rancangan Alat Uji

G. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian dibawah ini menjelaskan point-point dalam menyelesaikan penelitian ini, adalah sebagai berikut:



Gambar 3.9. Diagram Alir

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Setelah selesai melakukan penelitian pompa sentrifugal, maka peneliti mengambil beberapa kesimpulan adalah sebagai berikut:

1. Kapasitas pompa yang dihasilkan terhadap pengaruh variasi tinggi hisap pompa sentrifugal adalah sebagai berikut:
 - a. Head 0,5 m = $0,001180 \text{ m}^3/\text{s}$
 - b. Head 1,0 m = $0,001175 \text{ m}^3/\text{s}$
 - c. Head 1,5 m = $0,001158 \text{ m}^3/\text{s}$
2. Pressure Suction (PS) dan Pressure Discharge (PD) pompa yang dihasilkan terhadap pengaruh variasi tinggi hisap pompa sentrifugal adalah sebagai berikut:
 - a. Head pompa 0,5 m :
 - 1). Pressure suction (Ps) = -9,33 kpa
 - 2). Pressure discharge (Pd) = 50 kpa
 - b. Head pompa 1,0 m :
 - 1). Pressure suction (Ps) = -10,66 kpa
 - 2). Pressure discharge (Pd) = 45 kpa
 - c. Head pompa 1,5 m :
 - 1). Pressure suction (Ps) = -11,99 kpa
 - Pressure discharge (Pd) = 40 kpa

Effesinsi pompa yang dihasilkan terhadap pengaruh variasi tinggi hisap pompa sentrifugal adalah sebagai berikut:

d. Head pompa 0,5 m :

$$\text{Effesinsi } (\eta_p) = 26,51 \%$$

e. Head pompa 1,0 m :

$$\text{Effesinsi } (\eta_p) = 24,77 \%$$

f. Head pompa 1,5 m :

$$\text{Effesinsi } (\eta_p) = 22,80 \%$$

B. Saran

Adapun beberapa saran yang ingin peneliti sampaikan dalam kesempatan ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk penelitian lebih lanjut diharapkan akan digunakan motor dengan daya yang lebih besar sehingga data yang dihasilkan lebih efektif.
2. Untuk Penelitian lebih lanjut diharapkan akan digunakan flowmeter digital agar data yang dihasilkan lebih efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Karassik, centrifugal pump clinic, new york: McGraw Hill, 1976.
- [2] W. E. J. D. A. H. Sigit Nugroho, “Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap Unjuk Kerja Dan Kavitasasi Pompa Sentrifugal,” *Majalah Ilmiah Mekanika, Vol 12, No 2*, P. 05, 2014.
- [3] Sugiyono, “Pengaruh aliran dua fase cairan-gas terhadap unjuk kerja berbagai macam pompa,” *jurnal mesin dan industri*, pp. 61-67, 2006.
- [4] M. M. R. Supardi, Penelitian Pendidikan Kelas, Jakarta: Bumi Aksara., 2015.
- [5] W. D. Putro, “Pengujian Kinerja Pompa Sentrifugal Menggunakan Kontrol inverter,” *Jurnal Ilmiah Semester Teknik. Vol 13. No 1*, p. 05, 2010.
- [6] K. S. d. Sutardi, “Analisa dan Pengujian Karakteristik Performa CUSSONS Friction Loss in Pipe Apparatus and Single Stage Centrifugal Pump,” *ilmiah*, p. 02, 2012.
- [7] E. F. A. M. M. & M. D. Bacharoudis, “ Parametric Study of a Centrifugal Pump Impeller by Varying the Outlet,” *The Open Mechanical Engineering Journal*, pp.75-83. , pp. 75-83, 2008.
- [8] Houlin, “,” *Effects of blade number on characteristics of centrifugal pumps.*, 2010.
- [9] Spyridon, *Experimental Investigation and Passive Flow Control of a Cavitating Centrifugal Pump*, 2012.
- [10] B. Hutabarat, Analisis Unjuk Kerja Pompa Sentrifugal Dengan Variasi Head, Medan: Universitas Medan Area, 2019.