

**ANALISIS UNJUK KERJA POMPA SENTRIFUGAL
DENGAN VARIASI HEAD**

SKRIPSI

OLEH:

BENDRIS HUTABARAT

15.813.0010



**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2019**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan Penulisan Karya Ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA

17/10/19

**ANALISIS UNJUK KERJA POMPA SENTRIFUGAL
DENGAN VARIASI HEAD**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh

Gelar Strata Satu (S1) Pada Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknik

Universitas Medan Area

Oleh:

BENDRIS HUTABARAT

15.813.0010



JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2019

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan Penulisan Karya Ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA

17/10/19

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Analisis Unjuk Kerja Pompa Sentrifugal dengan
Variasi Head

Nama : Bendris Hutabarat

NPM : 15.813.0010

Fakultas : Teknik

Jurusan : Teknik Mesin

Disetujui Oleh:

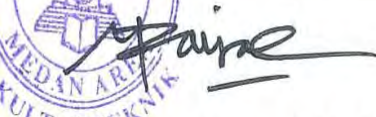
Komisi Pembimbing



Ir. Husin Ibrahim MT
Pembimbing I



Muhammad Idris ST, MT
Pembimbing II



Dr. Faisal Amri Tanjung S.ST, MT
Dekan



Bobby Umroh ST, MT
Ka. Prodi

Tanggal Lulus: 09 September 2019

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar Strata Satu (S1) hasil karya tulis 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 yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, September 2019

Hormat Saya



Bendris Hutabarat

(15.813.0010)

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : BENDRIS HUTABARAT

NPM : 15.813.0010

Program Studi : MESIN

Fakultas : TEKNIK

Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Eksklusif (Non-exclusive Royalty-free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul: Analisa Unjuk Kerja Pompa Sentrifugal dengan Variasi Head. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas Royalty Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai hak pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, September 2019

Yang menyatakan



(Bendris Hutabarat)

ABSTRAK

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 sudut bukaan katup (valve) pada pompa sentrifugal akan menghasilkan head. Sudut bukaan katup (valve) dimaksudkan untuk mengetahui peningkatan performance pompa yang terjadi akibat pembukaan sudut katup (valve). Menambah bukaan katup (valve) 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 pompa sentrifugal dengan Kapasitas (Q) 0,000733 m³/s, Head (H) 7,02 m, Daya Hidraulis (Ph) 50,501 watt, Efisiensi (η_p) 16,396%, hal ini dapat terlaksana bila diikuti penambahan daya dari motor penggerakannya.

Kata Kunci : Pompa Sentrifugal, Kapasitas aliran fluida (cairan), Head, Daya, dan Efisiensi.

ABSTRACT

Centrifugal pump is one type of pump that has a very wide scope of use related to the head and the capacity produced. On this occasion the author tries to explain the results of research on the performance of a centrifugal pump if variations in valve opening angle (valve) on a centrifugal pump will produce a head. The valve opening angle is intended to determine the increase in pump performance due to the opening of the valve angle. Adding to the valve opening (pump) is very influential on the flow capacity of the water produced, this will also affect the work of the pump, specific speed, power and pump efficiency. So that the centrifugal pump working point can be obtained with Capacity (Q) 0,000733 m³ / s, Head (H) 7,02 m, Hydraulics (Ph) 50,501 watts, Efficiency (η) 16,396%, this can implemented if followed by the addition of power from the driving motor.

Keywords: *Centrifugal pumps, fluid flow capacity (fluid), head, power, and efficiency.*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yesus karena berkat kuasa dan kasih setia Tuhan saya masih bisa merasakan berkat dan anugerah berupa kesehatan hingga pada saat hari ini saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

Tugas Akhir ini berjudul “ANALISIS UNJUK KERJA POMPA SENTRIFUGAL DENGAN VARIASI HEAD”. Tugas Akhir ini disusun guna untuk mendapatkan gelar Strata Satu (S1) di Universitas Medan Area (UMA). Dalam penyusunan Tugas Akhir ini saya menyadari bahwa adanya keterbatasan kemampuan dan wawasan saya, sehingga saya menerima masukan dan saran dari semua pihak.

Pada kesempatan ini saya tidak lupa mengucapkan banyak terima kasih kepada berbagai pihak yang turut ambil bagian dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, baik secara moral maupun materi. Maka dengan segala kerendahan hati saya mengucapkan terima kasih kepada :

1. Teristimewa kepada orangtua saya S.Hutabarat dan R. Br. Sinaga yang telah begitu banyak memberikan dukungan, nasehat-nasehat dan semangat, sehingga saya dapat menyelesaikan perkuliahan saya di Universitas Medan Area (UMA).
2. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.SC selaku Rektor di Universitas Medan Area (UMA).
3. Bapak Dr. Faisal Amri Tanjung, S.ST, MT selaku Dekan fakultas Teknik Universitas Medan Area (UMA).

4. Bapak Bobby Umroh, ST.MT selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin.
5. Bapak Ir. Husin Ibrahim MT selaku dosen pembimbing 1 yang sudah banyak memberikan waktunya dalam menyusun Tugas Akhir ini.
6. Bapak Muhammad Idris, ST.MT selaku dosen pembimbing 2 yang sudah banyak memberikan waktunya dalam menyusun Tugas Akhir ini.
7. Bapak dan Ibu Dosen serta Staff Pegawai fakultas Teknik Universitas Medan Area (UMA) .
8. Kepada semua teman-teman saya yang telah 4 tahun sama-sama berjuang belajar suka dan duka selama masa perkuliahan.

Saya menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan disana sini, baik dari segi informasi yang dijadikan format saya dan sebagainya.

Untuk itu saya mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun kepada saya agar memberi nilai dan kualitas yang baik pada masa mendatang. Akhir kata saya mengharapkan agar Tugas Akhir ini bisa berguna di tengah-tengah masyarakat dan memberikan manfaat yang positif bagi kita semua.

Medan, September 2019

Hormat Saya

BENDRIS HUTABARAT

15.813.0010

Riwayat Hidup



Penulis dilahirkan di Balam Sempurna pada tanggal 12 Desember 1996 dari Ayah Selamat Hutabarat dan Ibu Renta Br Sinaga Penulis merupakan anak ke enam dari 8 (delapan) bersaudara. Penulis menyelesaikan pendidikan pertama di SDS Methodist, Balam Sempurna, Riau Tahun 2009. Kemudian dilanjutkan ke tingkat menengah dan lulus di SMPS Methodist, Balam Sempurna, Riau Tahun 2012. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan ke tingkat atas dan lulus di sekolah SMK YapimTaruna Bagan Batu, Riau Tahun 2015.

Setelah lulus penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang perguruan tinggi, masuk kuliah dan terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area Tahun 2015 hingga saat ini.

Pada Tahun 2018, Penulis melaksanakan praktek kerja lapangan (PKL) di PT. Perkebunan Nusantara II.

DAFTAR ISI

Abstrak	i
Abstract	ii
Riwayat Hidup	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	vi
Daftar Gambar	ix
Daftar Tabel	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1.Latar Belakang.....	1
1.2.Rumusan Masalah.....	2
1.3.Tujuan Penelitian	3
1.4.Batasan Masalah	3
1.5.Manfaat Penelitian	4
1.6.Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1.Pompa	5
2.2.Sejarah dan Perkembangan Pompa Sentrifugal.....	5
2.3.Pompa Sentrifugal	7
2.3.1.Teori Dasar Pompa	7
2.3.2.Kecepatan Spesifik	9
2.3.3.Efisiensi Pompa	10
2.3.4.Head Total Pompa	14

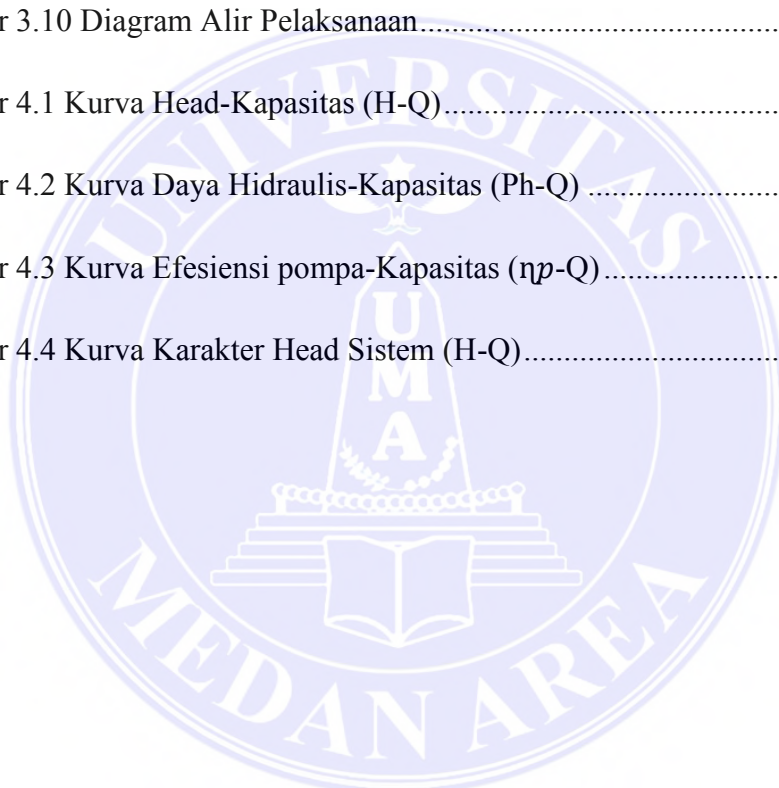
2.3.5.Head Kerugian Pada Pipa PVC	19
2.3.6.Kapitasi Pompa.....	20
2.4.Klasifikasi Pompa Sentrifugal	22
2.5.Bagian-Bagian Utama Pompa.....	28
2.6.Kelebihan dan Kekurangan Pompa	31
2.7.Kurva Karakteristik Pompa	32
BAB 3 METODE PENELITIAN	35
3.1.Tempat dan Waktu	35
3.1.1.Tempat.....	35
3.1.2.Waktu.....	35
3.2.Perencanaan Penelitian.....	36
3.3.Alat dan Bahan	36
3.3.1.Alat	36
3.3.2.Bahan.....	37
3.3.3.Alat Ukur	39
3.4.Metode Penelitian dan Prosedur Pengujian.....	41
3.4.1.Langkah-Langkah Penelitian.....	41
3.4.2.Prosedur Pengujian	42
3.4.2.1.Pengujian	42
3.4.2.2.Indikasi yang akan Dilakukan	43
3.5. Rancangan Alat Pengujian	44
3.6.Variabel yang Diamati.....	45
3.7.Diagram Alir Pelaksanaan Analisa.....	46
BAB IV ANALISA DATA.....	47
4.1. Data Spesifikasi Pompa Sentrifugal	47

4.2. Perhitungan Data Percobaan	48
4.2.1. Perhitungan Data Percobaan dengan Sudut 30^0	48
4.2.2. Perhitungan Data Percobaan dengan Sudut 40^0	57
4.3. Analisa Perbandingan Grafik	65
4.3.1. Grafik Perbandingan head dengan kapasitas (H-Q)	65
4.3.2. Grafik Perbandingan Kapasitas dengan Daya Hidraulis (Ph-Q) ...	66
4.3.3. Grafik Perbandingan Kapasitas dengan Efisiensi (η_p -Q).....	67
4.3.4. Grafik Karakter Head Sistem (H-Q)	68
BAB V KESIMPULAN dan SARAN	69
5.1. Kesimpulan.....	69
5.2. Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pompa Sentrifugal Saat Pertama Dibuat	6
Gambar 2.2 Pompa Sentrifugal	8
Gambar 2.3 Head Total Pompa	15
Gambar 2.4 Diagram Moody	16
Gambar 2.5 Kondisi Aliran Masuk dan Koefisien Kerugian	17
Gambar 2.6 Elbow 90 ⁰	18
Gambar 2.7 Pompa Aliran Radial	22
Gambar 2.8 Pompa Aliran Campuran	23
Gambar 2.9 Pompa Aliran Aksial	23
Gambar 2.10 Impeller	24
Gambar 2.11 Pompa Volut	25
Gambar 2.12 Pompa Difusser	25
Gambar 2.13 Pompa Horizontal	27
Gambar 2.14 Pompa Vertikal	28
Gambar 2.15 Bagian-Bagian Pompa Sentrifugal	28
Gambar 2.16 Kurva Head, Efisiensi dan Daya	33
Gambar 2.17 Kurva Karakteristik Pompa Volut	34
Gambar 2.18 Kurva Karakteristik Pompa Aliran Aksial	34
Gambar 3.1 Pompa Sentrifugal	36
Gambar 3.2 Pipa Besi	37
Gambar 3.3 Elbow 90 ⁰	38

Gambar 3.4 Globe Valve.....	39
Gambar 3.5 Tachometer.....	39
Gambar 3.6 Vacum Gauge.....	40
Gambar 3.7 Pressure Gauge.....	40
Gambar 3.8 Flow Meter.....	41
Gambar 3.9 Rancangan Alat Uji.....	44
Gambar 3.10 Diagram Alir Pelaksanaan.....	46
Gambar 4.1 Kurva Head-Kapasitas (H-Q).....	66
Gambar 4.2 Kurva Daya Hidraulic-Kapasitas (Ph-Q).....	66
Gambar 4.3 Kurva Efisiensi pompa-Kapasitas (η_p -Q).....	67
Gambar 4.4 Kurva Karakter Head Sistem (H-Q).....	68



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Faktor Cadangan Daya Dari Motor Penggerak.....	11
Tabel 2.2 Efisiensi Berbagai Jenis Transmisi Dari Motor Penggerak.....	12
Tabel 2.3 Cadangan Daya Berdasarkan PSH.....	13
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian.....	35
Tabel 3.2 Spesifikasi Pompa Sentrifugal	37
Tabel 4.1 Spesifikasi Pompa Sentrifugal	47
Tabel 4.2 Data hasil pengujian dengan variasi bukaan katup (valve).....	48
Tabel 4.3 Kerugian Belokan (Elbow)	52
Tabel 4.4 Head Pada Pipa Suction	52
Tabel 4.5 Kerugian Belokan (Elbow)	53
Tabel 4.6 Head Pada Pipa Discharge	54
Tabel 4.7 Kerugian Belokan (Elbow)	60
Tabel 4.8 Head Pada Pipa Suction	60
Tabel 4.9 Kerugian Belokan (Elbow)	61
Tabel 4.10 Head Pada Pipa Discharge	62
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Pompa Sentrifugal	65

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pompa merupakan salah satu komponen yang paling penting dalam hal pendistribusian cairan (terutama air). Dalam memompa cairan, pompa sentrifugal memiliki peranan yang amat penting, karena paling banyak penggunaannya. Karena banyaknya penggunaan tersebut, maka dibutuhkan pompa sentrifugal yang unjuk kerjanya maksimum.

Menurut (Sularso Haruo Tahara 2006:05) bahwa komponen-komponen utama pompa sentrifugal terdiri dari mechanical seal, packing, shaft (poros), shaft-sleeve, vane, kasing pompa, eye of impeller, impeller, wearing ring, bearing, dan discharge. Dimana unjuk kerja pompa merupakan salah satu yang menjadi efek langsung dari keadaan aliran cairan (air) masuk dan keluar nozle.

Penggunaan pompa yang demikian luas dengan berbagai macam jenis dan bentuknya, memerlukan pengetahuan yang cukup untuk merancang, membuat, maupun memilih tipe pompa yang tepat sesuai dengan kondisi dan lingkungan operasi yang dilayaninya. Mulai dari tujuan penggunaannya, jenis dan sifat fluida yang dipompa, keadaan lingkungan, head, dan kapasitasnya, pemilihan penggerakannya, bahkan sampai instalasi dan perawatannya.

Menurut (Sigit Nugroho, Wibawa.E.J, Dwi Aries Himawanto 2014:05) bahwa dalam pendistribusian air (cairan) penggunaan pompa sangat diperlukan untuk memenuhi kinerja dari pompa tersebut, Pompa yang sering digunakan dalam pendistribusian air (cairan) adalah pompa sentrifugal. Masalah yang

sering dihadapi dari pompa sentrifugal ini adalah perawatan pompa tersebut Sehingga mengakibatkan kecepatan, daya, dan peforma kerja yang kurang efesien. Dengan merubah variasi head pompa yang beraturan maka akan menghasilkan kecepatan, daya, dan aliran akan maksimal.

Seperti penelitian yang dilakukan (Wahyu Djalmono Putro 2010:05), tentang pengujian kinerja pompa sentrifugal menggunakan kontrol inverter. Hasil penelitian itu menunjukkan bahwa unjuk kerja pompa sentrifugal sangat valid dan dapat diandalkan, karena hasil pengukurannya mendekati sama dengan spesifikasi pompa keluaran pabrik, meskipun tampak sedikit ada perbedaan. Pada penelitian ini penulis mencoba menganalisa pompa dengan variasi head pompa. Variasi ini diharapkan dapat meningkatkan performence pada pompa sentrifugal sebagaimana yang dihasilkan untuk penelitian dengan unjuk kerja pompa.

Oleh karena itu, penulis dalam hal ini mengangkat permasalahan tersebut sebagai judul Tugas Akhir, yaitu: “ **ANALISIS UNJUK KERJA POMPA SENTRIFUGAL DENGAN VARIASI HEAD** ”.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka yang menjadi permasalahan dalam penelitian ini yaitu pengaruh variasi head pompa terhadap unjuk kerja pompa sentrifugal dengan memvariasikan sudut bukaan katub (valve)?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, adapun yang menjadi maksud dari pembuatan tugas akhir ini adalah untuk menganalisa unjuk kerja pompa setrifugal dengan variasi head pompa.

Sedangkan tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk menunjukkan aplikasi dari pompa sentrifugal dengan variasi head pompa.
2. Menganalisis pengaruh bukaan katup (valve) terhadap unjuk kerja pompa sentrifugal.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah merupakan hal-hal yang membatasi penelitian yang mencakup ruang lingkup pembahasan agar tidak menyimpang dari tujuan yang sebenarnya. Agar tidak terjadi penyimpangan dalam menyelesaikan Penelitian ini, maka penulis membatasi ruang lingkup pembahasan.

Adapun batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisa variasi head pompa terhadap daya.
2. Menganalisa variasi head pompa terhadap kapasitas pompa.
3. Menganalisa unjuk kerja pompa dengan variasi bukaan katup (valve) terhadap head pompa.

1.5. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian diharapkan bermanfaat sebagai berikut :

1. Mengembangkan ilmu pengetahuan khususnya mengenai pompa sentrifugal.
2. Memberikan manfaat berupa solusi meningkatkan performance pompa sentrifugal.
3. Memberikan data-data bagi peneliti selanjutnya yang ingin meneliti mengenai pompa sentrifugal.

1.6. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan adalah sebagai berikut:

- BAB 1 : PENDAHULUAN, Bab ini membahas tentang latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan, dan sistematika penulisan.
- BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA, Bab ini berisikan literatur tentang pompa sentrifugal, klasifikasi pompa.
- BAB 3 : METODOLOGI PENELITIAN, Pada bab ini berisi tentang metode, sumber data, bahan dan alat yang digunakan variabel yang diamati, jadwal analisa dan diagram alir.
- BAB 4 : ANALISA DATA, Bab ini berisikan tentang analisa head pompa, daya, dan losis.
- BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN, Bab ini berisikan tentang uraian atau pernyataan singkat dari hasil penganalisaan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pompa

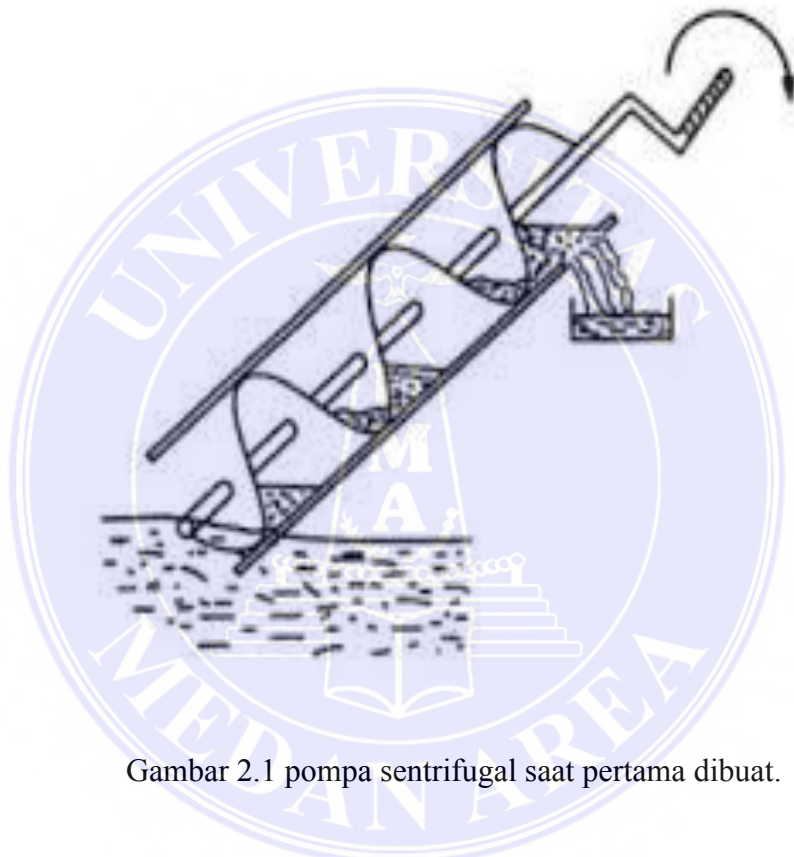
Pompa adalah mesin atau peralatan mekanis yang digunakan untuk menaikkan cairan dari daratan rendah ke daratan tinggi atau untuk mengalirkan cairan dari daerah bertekanan rendah ke daerah yang bertekanan tinggi dan juga sebagai penguat laju aliran pada suatu sistem jaringan perpipaan. Hal ini dicapai dengan membuat suatu tekanan rendah pada sisi masuk atau suction dan tekanan yang tinggi pada sisi keluar atau discharge dari pompa. Pada prinsipnya, pompa mengubah energi mekanik motor menjadi energi aliran fluida. Energi yang diterima oleh fluida akan digunakan untuk menaikkan tekanan dan mengatasi tahanan-tahanan yang terdapat pada saluran yang dilalui.

Pompa juga dapat digunakan pada proses-proses yang membutuhkan tekanan hidraulik yang besar. Hal ini bisa dijumpai antara lain pada peralatan-peralatan berat. Dalam operasi, mesin-mesin peralatan berat membutuhkan tekanan discharge yang besar dan tekanan hisap yang rendah. Akibat tekanan yang rendah pada sisi hisap pompa maka fluida akan naik dari kedalaman tertentu, sedangkan akibat tekanan yang tinggi pada sisi.

2.2. Sejarah dan Perkembangan Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal merupakan pilihan utama para insinyur dalam aplikasi pompa. Hal ini dikarenakan pompa sentrifugal diperkenalkan oleh Denis Papin tahun 1689 di Eropa dan dikembangkan di Amerika Serikat pada awal tahun

1800-an. Pada awalnya pompa ini dikenal sebagai baling-baling Archimedean. Pada saat itu diproduksi untuk aplikasi head rendah yang mana fluida bercampur sampah dan benda padat lainnya. Dan awalnya mayoritas aplikasi pompa menggunakan pompa positif displacement. Pompa sentrifugal saat pertama dibuat ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 pompa sentrifugal saat pertama dibuat.

Tingkat kepopuleran pompa sentrifugal dimulai sejak adanya pengembangan motor elektrik kecepatan tinggi (higt speed electric motors), turbin uap, dan mesin pembakaran ruangan (internal combustion engine). Pompa sentrifugal merupakan mesin berkecepatan tinggi dan dengan adanya pengembangan penggerak kecepatan tinggi telah memungkinkan pengembangan pompa menjadi lebih efisien.

Sejak tahun 1940-an, pompa sentrifugal menjadi pompa pilihan untuk berbagai aplikasi. Riset dan pengembangan menghasilkan peningkatan kemampuan dan dengan ditemukannya material konstruksi yang baru membuat pompa memiliki cakupan bidang yang sangat luas dalam penggunaannya. Sehingga tidak mengherankan jika hari ini ditemukan efisiensi 93% lebih untuk pompa besar dan 50% lebih untuk pompa kecil.

Pompa sentrifugal modern mampu mengirimkan sehingga 1,000,000 (gl/min) dengan head 30 feet yang biasanya dipakai pada industri tenaga nuklir. Dan boiler feed pump telah dikembangkan sehingga dapat mengirimkan 300 (gl/min) dengan head lebih dari 1800 feet.

Pada fase selanjutnya pompa sentrifugal ini paling banyak digunakan dipabrik kimia. Pompa sentrifugal biasa digunakan untuk memindahkan berbagai macam fluida, mulai dari air, asam sampai slury atau campuran cairan dengan katalis padat (solid). Dengan desain yang cukup sederhana, pompa sentrifugal bisa disebut sebagai pompa yang paling populer di industri kimia.

2.3. Pompa Sentrifugal

2.3.1. Teori dasar pompa dan performance pompa sentrifugal

Menurut proses perpindahan energi dan benda cair sebagai bahan aliran maka pompa sentrifugal termaksud mesin fluida hidrolis. Hal ini dapat diketahui dari proses perpindahan tenaga didalam sudu-sudu, roda jalan adalah akibat dari pembelokan arus aliran fluida. gambar 2.2 merupakan jenis pompa sentrifugal.



Gambar 2.2. pompa sentrifugal

Pompa sentrifugal bekerja dengan mengambil daya dari mesin penggerak pompa untuk memutar roda jalan (impeller). Didalam 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) disudu-sudu pengarah. Besarnya tekanan yang timbul tergantung dari kecepatan fluida, yang dengan persamaan:

$$P = \rho \times g \times h \left(\frac{N}{m^2} \right) \quad (2.1)$$

Sumber: (“ Mekanika Zalir”, Liek Wilarjo, hal.61)

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

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

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

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

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 telah 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 tingkatan ukuran dibuat sama.

2.3.2. 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, diman 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 feet. Kecepatan spesifik diberi simbol (N_s) yang dinyatakan dengan persamaan:

$$N_s = \frac{n\sqrt{Q}}{H^{3/4}} \quad (2.2)$$

Sumber: ("pompa & kompressor", Haruo Tahara, hal.46, 2006)

Dimana: n = Putaran pompa (rpm)
 Q = Kapasitas pompa (l/m)
 H = Head pompa (m)

Sedangkan menurut (M. Khetagurov of Marini Auxialiary and system) bahwa kecepatan spesifik itu adalah dihitung menggunakan persamaan:

$$N_s = \frac{n\sqrt{Q}}{\sqrt[4]{H^3}} \quad (2.3)$$

2.3.3. Efisiensi pompa

Ada beberapa definisi yang berhubungan dengan kerja pompa, yaitu:

- Efisiensi adalah perbandingan kerja berguna dengan kerja yang dibutuhkan mesin.
- Daya rotor (motor penggerak) adalah jumlah energi yang masuk motor penggerak dikalikan efisiensi motor penggerak. Dirumuskan dengan persamaan:

$$P_{rotor} = \sum \text{Daya penggerak} \times \eta_{motor\ penggerak} \quad (2.4)$$

- c. Daya poros pompa atau daya efektif pompa adalah daya yang dihasilkan dari putaran rotor motor listrik dikalikan dengan efisiensi koplingnya, dihitung dengan persamaan:

$$P_{poros} = \frac{\eta_{transmisi} \times P_{rotor}}{(1 \times \alpha)} \quad (2.5)$$

Sumber: (“Pompa & Kompresor”, Haruo Tahara, hal.58,2006)

Dimana: η = Efisiensi Transmisi (tabel)

P_{rotor} = Daya rotor (watt)

P_{poros} = Daya poros (watt)

α = Faktor cadangan (tabel)

Beberapa rumus yang digunakan untuk menghitung efisiensi pompa seperti rumus dibawah ini:

Persamaan Untuk pompa tunggal:

$$\eta_p = \frac{P_h}{P_{sh}} \quad (2.6)$$

Tabel 2.1. faktor cadangan daya dari motor penggerak.

No	Motor Penggerak	α
1	Motor Induksi	0,1-0,2
2	Motor Bakar Kecil	0,15-0,25
3	Motor Bakar Besar	0,1-0,2

Sumber: (“Pompa & Kompresor”, Haruo Tahara, hal.58,2006)

Tabel 2.2. Efisiensi berbagai jenis transmisi dari motor penggerak.

No	Jenis Transmisi	Efisiensi (η)
1	Sabuk Datar (flat belt)	0,9-0,93
2	Sabuk V (V-belt)	0,95
3	Roda Gigi Lurus (straight gear)	0,92-0,98
4	Roda Gigi Ulir (screw gear)	0,95-0,97
5	Roda Gigi Kerucut (conical gear)	0,90-0,97
6	Sambungan Langsung (direct cauple)	1,00

Sumber: ("Pompa & Kompresor", Haruo Tahara, hal.58,2006)

- d. Daya air adalah kerja berguna dari pompa persatuan waktunya, kerja berguna ini yang diterima air pada pompa, perumusan dari daya air adalah sebagai berikut. Apabila pompa dengan kapasitas aliran sebesar Q dan head total H maka energi yang diterima air persatuan waktunya, persamaan yang digunakan adalah:

$$P_{\text{air}} = \gamma \times Q \times H \quad (2.7)$$

Sumber: ("Pompa & Kompresor", Haruo Tahara, hal.58,2006)

Dimana: γ = Berat air persatuan volume N/m^2

Q = Kapasitas (m^3/s)

H = Head pompa (m)

P_{air} = Daya air (watt)

e. Daya Motor penggerak (P_m).

Pompa sentrifugal umumnya beroperasi pada kecepatan tinggi dan biasanya dihubungkan langsung dengan penggeraknya sehingga kerugian transmisi menjadi kecil. Bentuk dari penggerak mulai ini dapat berasal dari motor listrik, turbin uap atau motor bakar. Untuk penggerak yang banyak digunakan adalah motor listrik. Daya nominal dari penggerak mula ini diasumsikan sama dengan daya poros.

$$P_m \approx P_h \quad (2.8)$$

Untuk mengantisipasi kondisi operasi pompa dan tegangan sumber listrik yang bervariasi disarankan untuk menggunakan daya motor yang lebih besar dari daya pompa. Presentasi kenaikan daya motor terhadap daya dapat dilihat pada tabel 2.3 dibawah ini.

Tabel 2.3. Cadangan daya berdasarkan P_h .

No	P_h (met.HP)	Daya Cadangan
1	<2	40
2	2-5	40-25
3	5-10	25-15
4	>50	15-10

sumber: (Lazarkiewichs S, impeller pump, hal.472)

f. Efisiensi pompa didefinisikan sebagai perbandingan antara daya air dengan daya poros. Perumusan efisiensi adalah sebagai berikut:

Efisiensi pompa merupakan rasio antara daya hidrolis (P_h) dengan daya motor penggerak (P_m), persamaan yang digunakan adalah:

$$\eta_p = \frac{P_h}{P_m} \quad (2.9)$$

Sumber: ("pump hand book", Mc Graw Hill Book Company)

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.

Berdasarkan energi atau daya yang dibutuhkan untuk memutar poros pompa dipengaruhi oleh kapasitas pompa, tinggi tekan total pompa, berat jenis fluida yang akan dipompakan, serta efisiensi total pompa tersebut. Untuk menghitung daya yang dibutuhkan untuk memutar poros pompa (daya hidraulis) digunakan persamaan sebagai berikut:

$$P_h = \frac{\gamma \times Q \times H}{75} \quad (\text{Hp}) \quad (2.10)$$

Dimana: P_h = Daya hidraulis

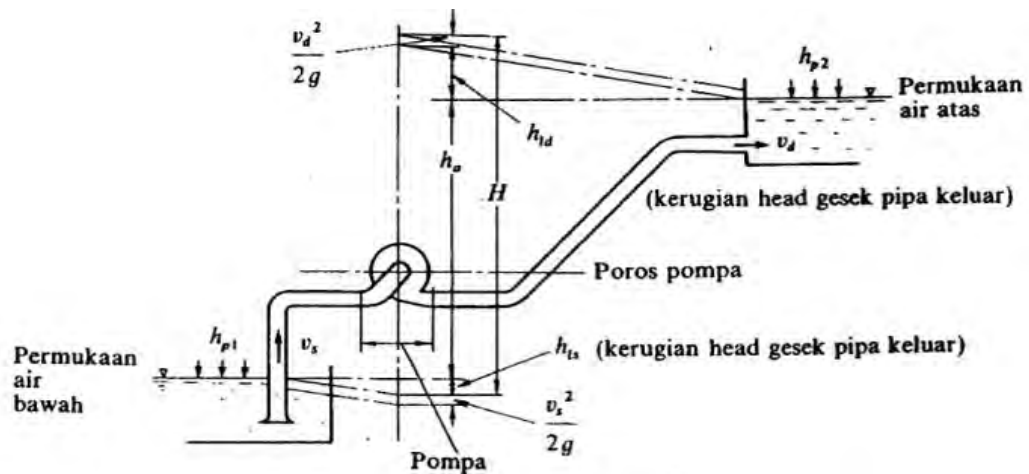
Q = Kapasitas pompa

H = Tinggi tekanan total pompa

γ = Berat jenis fluida

2.3.4. Head Total Pompa

Head total pompa adalah dengan penambahan energi fluida antara ujung sisi *inlet* dengan sisi *outlet*, head total juga berarti selisih head pada sisi *suction* dan pada sisi *discharge*. Gambar 2.3 merupakan head total pompa.



Gambar 2.3. Head Total Pompa

Head total pompa dapat ditulis dengan persamaan (sularso, haruo tahara, pompa & kompressor, hal.27, 2006):

$$H = h_a + \Delta h_p + h_1 + \frac{v_d^2}{2g} \quad (2.11)$$

Dimana: $h_a =$ Head statis total (m).

$\Delta h_p =$ 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).

a. Head kerugian gesek sepanjang pipa.

Aliran fluida cair yang mengalir didalam pipa adalah viskos sehingga faktor gesekan fluida dengan dinding pipa tidak dapat diabaikan, untuk menghitung kerugian gesek dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$h_f = f \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g} \quad (2.12)$$

Sumber: (“Pompa & Kompresor”, Haruo Tahara, hal.58, 2006)

Dimana: h_f = Kerugian gesek dalam pipa

f = Faktor gesek

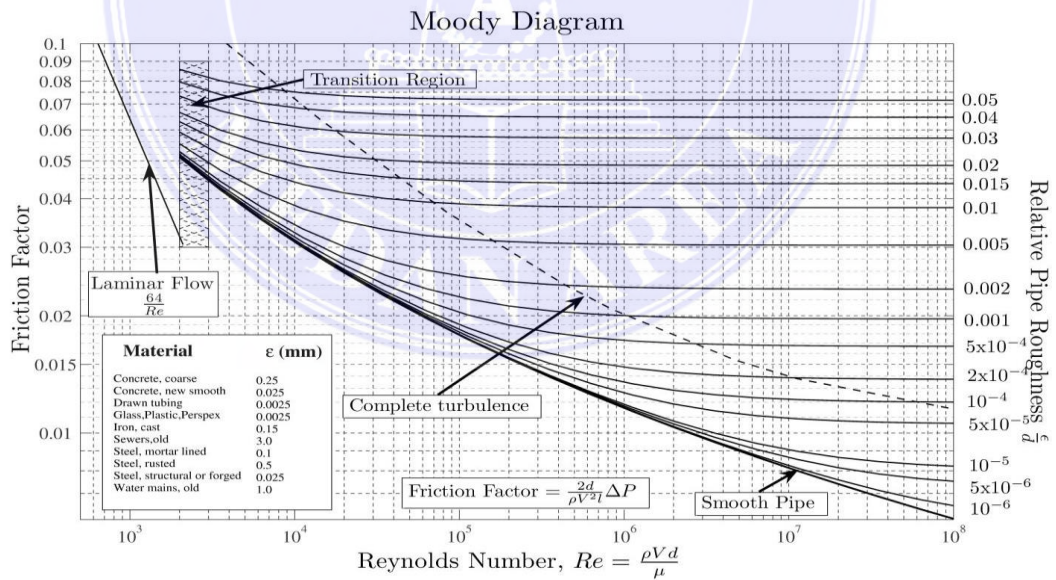
v = Kecepatan rata-rata aliran didalam pipa

g = Percepatan gravitasi

L = Panjang pipa

D = Diameter dalam pipa

Untuk mencari nilai f dengan menggunakan diagram moody (gambar 2.4)



Gambar 2.4. Diagram moody

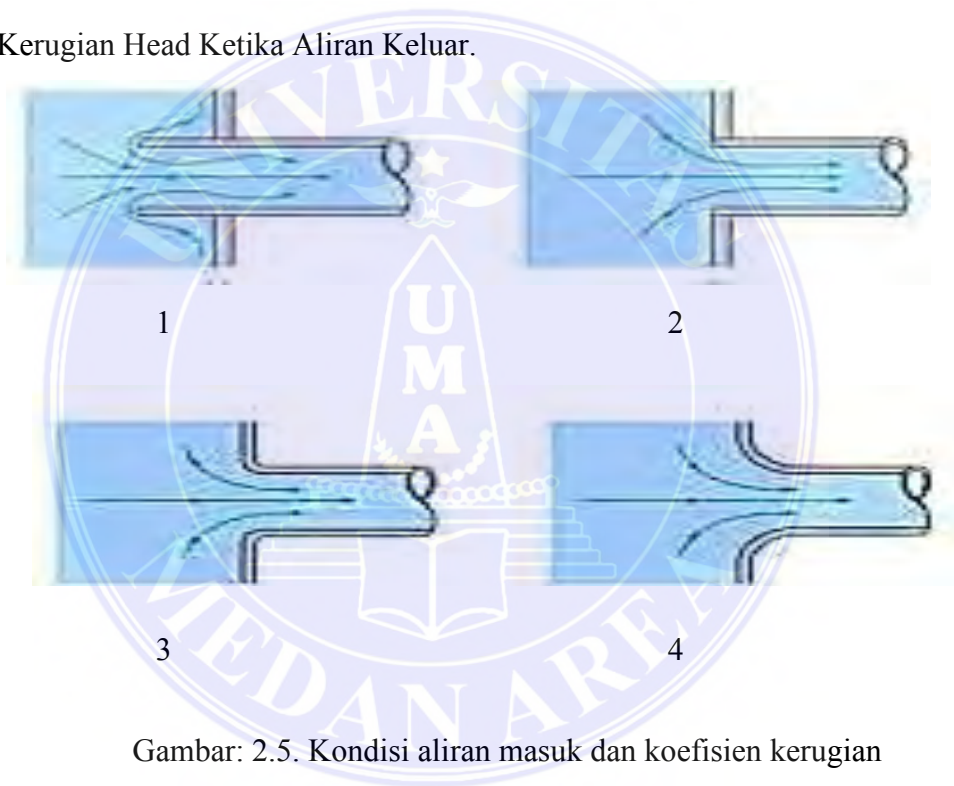
b. Kerugian head dalam jalur pipa.

Kerugian head jenis ini terjadi karena aliran fluida mengalami gangguan aliran sehingga mengurangi energi alirannya, secara umum rumus kerugian head menurut persamaan (Sularso, Haruo Tahara, Pompa & Kompresor, hal.32):

$$h_f = f \frac{v^2}{2g} \quad (2.13)$$

Dimana: f = Koefisien kerugian

c. Kerugian Head Ketika Aliran Keluar.



Gambar: 2.5. Kondisi aliran masuk dan koefisien kerugian

Keterangan gambar:

1. Reentrant, $K_L = 0,78$
2. Tepi Tajam, $K_L = 0,4-0,5$
3. Sedikit dibulatkan, $K_L = 0,2-0,25$
4. Dibulatkan, $K_L = 0,05$

d. Pada Belokan (Elbow).

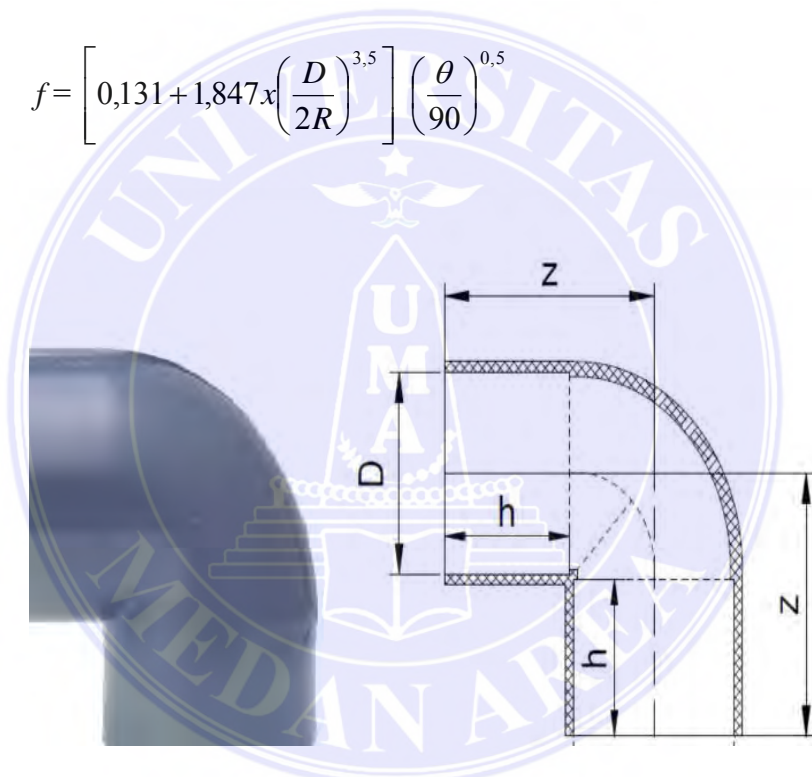
Untuk belokan lengkung koefisien kerugian dihitung dengan persamaan (Sularso, Haruo Tahara, Pompa & Kompresor, hal.34, 2006).

a. Rumus untuk mencari belokan:

$$hf = f x \frac{v^2}{2g} \quad (2.14)$$

b. Rumus mencari nilai f :

$$f = \left[0,131 + 1,847x \left(\frac{D}{2R} \right)^{3,5} \right] \left(\frac{\theta}{90} \right)^{0,5} \quad (2.15)$$



Gambar 2.6. Elbow 90⁰

c. Pada Perkatupan (Valve).

Pemasangan katup (Valve) pada instalasi pompa adalah untuk pengontrolan kapasitas, tetapi dengan pemasangan katup tersebut akan mengakibatkan kerugian energi aliran karena aliran dicekik. Perumusan untuk menghitung kerugian head karena pemasangan katup dapat diketahui dengan persamaan (Sularso, Haruo Tahara, Pompa & Kompresor, hal.38, 2006):

$$hf = f_v \times \frac{v^2}{2g} \quad (2.16)$$

Dimana: f_v = Koefisien kerugian katup

2.3.5. Head Kerugian pada Pipa PVC.

Head kerugian (yaitu head untuk mengatasi kerugian-kerugian) terdiri dari head kerugian gesek di dalam pipa-pipa, dan head kerugian di dalam belokan-belokan, katup-katup, dan sebagainya. Untuk aliran laminar dan turbulen, terdapat rumus yang berbeda. Sebagai patokan apakah suatu aliran itu laminar atau turbulen, sehingga dipakai persamaan bilangan Reynold sebagai berikut:

$$Re = \frac{v \times D}{\nu} \quad (2.17)$$

Sumber: (Sularso, Haruo Tahara, Pompa & Kompresor, hal.28, 2006)

Dimana: Re = Bilangan Reynold

v = Kecepatan aliran fluida (m/s)

ν = Viskositas kinematika air (m^2/s)

D = Diameter dalam pipa (m)

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

$$f = \frac{64}{Re} \quad (2.18)$$

sumber: (Sularso, Haruo Tahara, Pompa dan Kompresor, hal.29, 2006)

Dimana: f = Kerugian gesek

Re = Bilangan Reynold

2.3.6. Kavitasasi Pompa

Sebagai pendekatan pompa, orang umumnya mengandaikan bahwa bila tekanan mutlak pada suatu titik dalam zat cair mencapai tekanan uap untuk temperatur 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 kavitasasi, kavitasasi yang sudah membahayakan akan mengurangi untuk kerja pompa atau menambah rugi-rugi mekanik 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 tetap dibagian muka masukan pompa untuk debit tertentu melalui pompa itu:

1. Faktor-faktor penyebab kavitasasi.
 - a. Tekanan hisap (H_s) terlalu tinggi
 - b. Penampang pipa (poros *impeller*) terlalu kecil
 - c. Adanya getaran dan lekukan pada pipa hisap
 - d. Kecepatan putaran *impeller* lebih besar dari kecepatan aliran fluida
 - e. Temperatur fluida yang terlalu tinggi

2. Pengaruh kavitasi

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

3. Pencegahan kavitasi

Untuk menghindari terjadinya kavitasi pada pompa maka dengan mengusahakan agar kecepatan aliran masuk *impeller* sedikit besar dari pada kecepatan pada sisi hisap. Seperti telah kita ketahui bahwa gesekan yang terjadi sebanding dengan harga kecepatan aliran pangkat dua, 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.

Menerut (Fauzen jurnal suara Teknik UM Pontianak) bahwa diameter pipa hisap sangat berpengaruh dalam kapasitas air (cairan) yang dihisap. Sehingga 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.

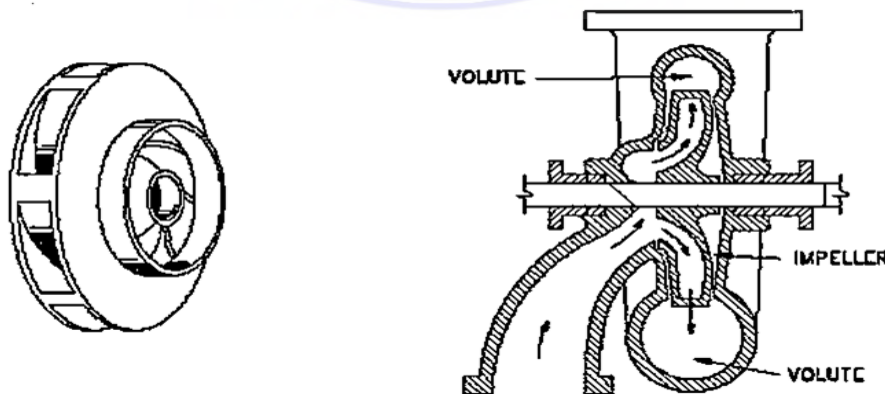
2. Pipa *suction* pompa harus dibuat sependek mungkin jika terpaksa dipakai pipa hisap yang panjang, sebaliknya diambil pipa yang berdiameter satu nomor lebih besar untuk mengurangi kerugian gesekan.
3. Tidak dibenarkan sama sekali untuk memperkecil laju aliran dengan menghambat aliran sisi hisap.
4.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

2.4. Klasifikasi Pompa Sentrifugal

Menurut (Church H. Austin, Zulkifli, 1986) Pompa sentrifugal dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

A. Menurut jenis aliran dalam *impeller*

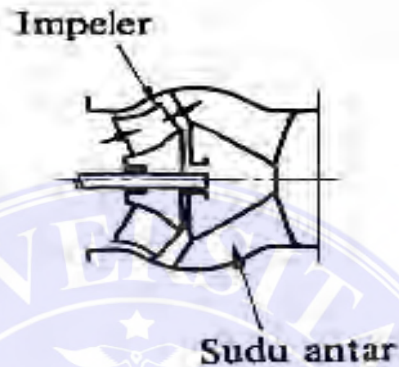
1. Pompa aliran radial Pompa ini mempunyai konstruksi sedemikian sehingga aliran zat cair yang keluar dari *impeller* akan tegak lurus pompa (arah radial). Gambar 2.7 merupakan jenis pompa aliran radial.



Gambar 2.7. Pompa Aliran Radial

2. Pompa aliran campuran

Aliran zat cair didalam pompa waktu meninggalkan impeller akan bergerak sepanjang permukaan kerucut (miring) sehingga komponen kecepatannya berarah radial dan aksial. Gambar 2.8 merupakan jenis pompa aliran campuran.



Gambar 2.8. Pompa Aliran Campuran

3. Pompa aliran aksial

Aliran zat cair yang meninggalkan impeller akan bergerak sepanjang permukaan silinder (arah aksial). gambar 2.9 merupakan jenis pompa aliran aksial.



Gambar 2.9. Pompa Aliran Aksial

B. Menurut Jenis Impeller.

Menurut jenis impeller terbagi menjadi 3 bagian yaitu sebagai berikut:

1. Impeller tertutup

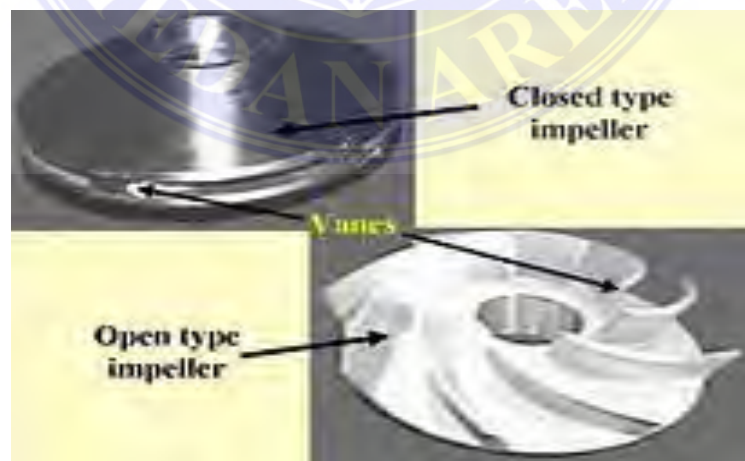
Sudu-sudu tertutup oleh dua buah dinding yang merupakan satu kesatuan digunakan untuk memompakan zat cair yang bersih atau sedikit mengandung kotoran.

2. Impeller setengah terbuka

Impeller jenis terbuka ini disebelah sisi masuk (depan) dan tertutup sebelah belakangnya. Sesuai untuk memompakan zat cair yang sedikit mengandung kotoran misalnya: air yang mengandung pasir, air yang mengaukan, slurry, Dll.

3. Impeller terbuka

Impeller jenis ini tidak ada dindingnya didepan maupun dibelakang. Bagian belakang ada sedikit dinding yang disisikan untuk memperkuat sudu. Jenis ini banyak digunakan untuk pemompaan zat cair yang banyak mengandung kotoran. gambar 2.10 merupakan jenis impeller.

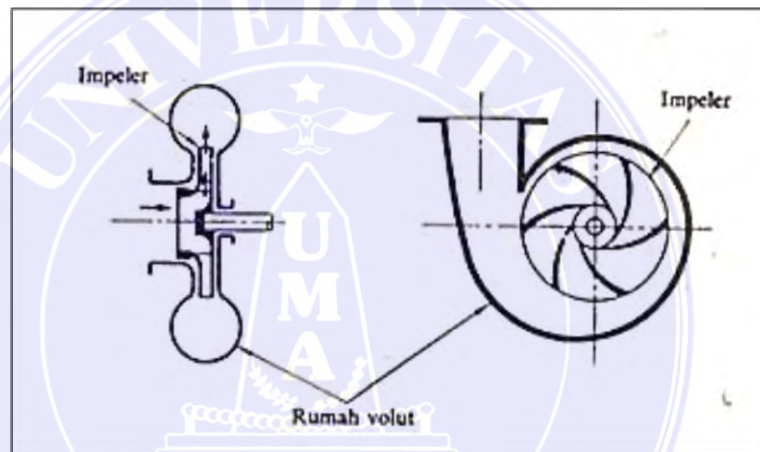


Gambar 2.10. Impeller

C. Menurut Bentuk Rumah

1. Pompa volut

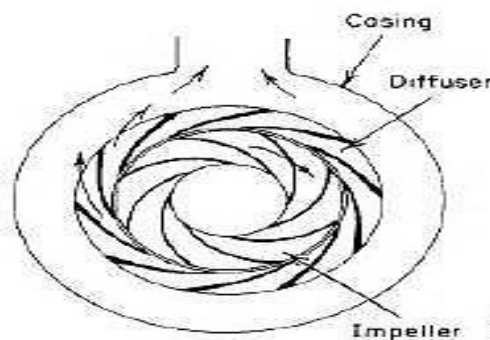
Bentuk rumah pompanya seperti rumah keong/siput (volute), sehingga kecepatan aliran keluar bisa dikurangi dan dihasilkan kenaikan tekanan. Aliran yang keluar dari impeller pompa valute ditampung dalam valute, yang selanjutnya akan dialirkan melalui nozzle untuk keluar. Gambar 2.11. merupakan jenis Pompa Volut.



Gambar 2.11. Pompa Volut

2. Pompa Difusser

Pada keliling luar impeller dipasang sudu difusser sebagai pengganti rumah keong (volute). Gambar 2.12. merupakan jenis Pompa Difusser.



Gambar 2.12. Pompa Difusser

3. Pompa Vortex

Pompa ini mempunyai aliran campur dan sebuah rumah volut. Pompa ini tidak menggunakan difusser, namun memakai saluran yang lebar. Dengan demikian pompa ini tidak mudah tersumbat dan cocok untuk pemakaian pada pengolahan cairan limbah.

D. Menurut Jumlah Tingkat

1. Pompa satu tingkat

Pompa ini hanya mempunyai sebuah impeller. Pada umumnya head yang dihasilkan pompa ini relative rendah, namun konstruksinya sederhana.

2. Pompa bertingkat banyak

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

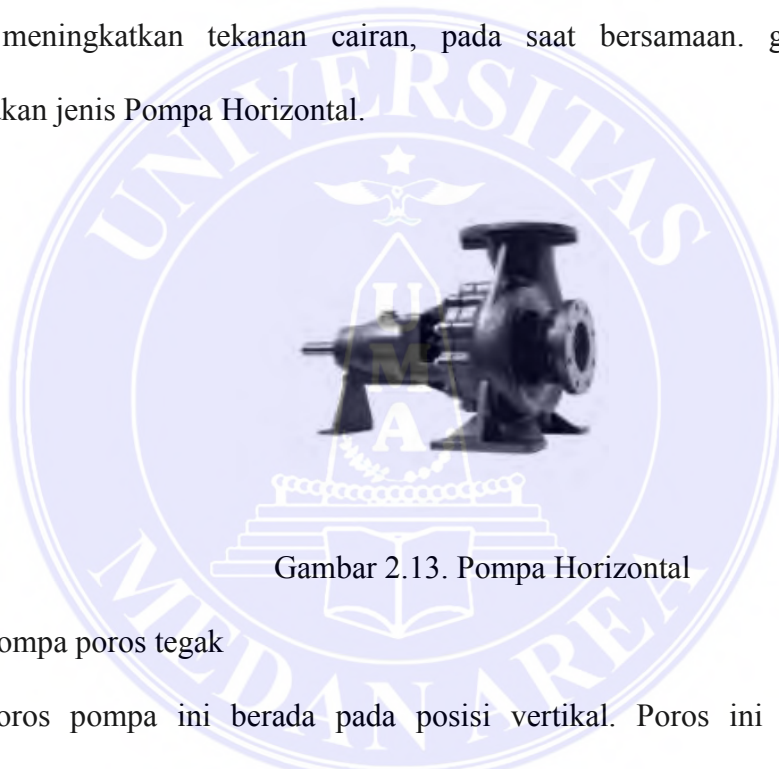
E. Menurut Letak Poros

1. Poros mendatar (Horizontal)

Pompa ini mempunyai poros dengan posisi horizontal, pompa jenis ini memerlukan tempat yang relatif lebih luas. Keuntungan mengadopsi desain struktural semacam ini adalah bahwa dalam proses memanfaatkan pompa multi tahap, tubuh pompa multistage dapat memandu cairan dari impeller tahap sebelumnya ke tahap impeller berikutnya dan akhirnya ke pelari outlet body pump.

Dari struktur untuk menganalisa kasus tersebut, faktanya, bodi pompa pompa horisontal multi-tahap diputar di sekitar impeller yang berputar, sementara juga dipasang dan pintu masuk cairan vertikal impeler dan gerendel tangen.

Analisis komprehensif yang dijelaskan di atas, pada kenyataannya, bodi pompa multi-tahap horisontal tidak hanya memainkan peran protektif, namun juga membuat banyak energi kinetik menjadi tekanan statis juga dapat dikatakan untuk meningkatkan tekanan cairan, pada saat bersamaan. gambar 2.15 merupakan jenis Pompa Horizontal.



Gambar 2.13. Pompa Horizontal

2. Pompa poros tegak

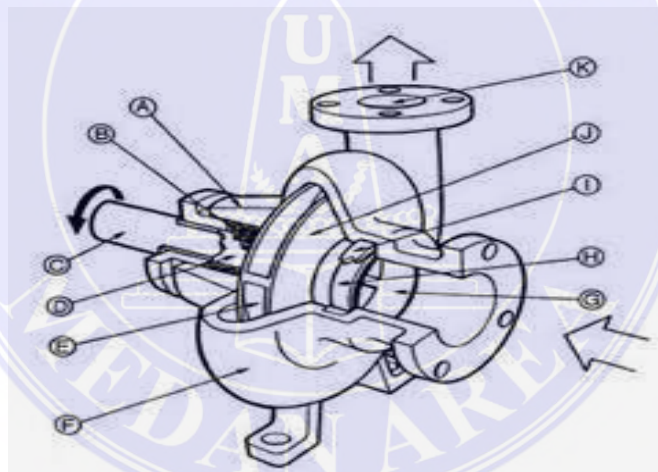
Poros pompa ini berada pada posisi vertikal. Poros ini dipegang di beberapa tempat sepanjang pipa kolom utama bantalan. Pompa ini memerlukan tempat yang relatif kecil dibandingkan dengan pompa poros mendatar. Penggerak pompa umumnya diletakkan di atas pompa. Gambar 2.16. merupakan jenis Pompa Vertikal.



Gambar 2.14. Pompa Vertikal

2.5. Bagian-Bagian Utama Pompa Sentrifugal

Secara garis besar elemen atau komponen-komponen utama dari pompa sentrifugal ini ditunjukkan seperti gambar 2.17.



Gambar 2.15. Bagian-Bagian Pompa Sentrifugal

Keterangan Gambar:

- | | |
|--------------------|---------------------|
| A. Mechanical seal | G. Eye of Impeller |
| B. Packing | H. Impeller |
| C. Shaft (poros) | I. Wearing Ring |
| D. Shaft-sleeve | J. Bearing |
| E. Vane | K. Discharge Nozzel |
| F. Casing Pompa | |

a. Mechanical Seal

Mechanical seal berfungsi untuk mencegah kebocoran pada daerah dimana poros pompa menembus casing.

b. Packing

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

c. Shaft (poros)

Poros ini 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 sleever.

e. Vane

Vane berfungsi sebagai tempat berlalunya cairan pada impeller.

f. Casing pompa

Fungsi utama casing adalah menutup impeller pada pengisapan dan pengiriman pada ujung sehingga berbentuk tangki tekanan. Tekanan pada ujung pengisapan sepersepuluh tekanan atmosfer dan pada ujung pengiriman dapat dua puluh kali tekanan atmosfer pada pompa satu tahap. Untuk pompa multi tahap perbedaan tekanannya jauh lebih tinggi. Casing dirancang untuk tahan paling sedikit dua kali tekanan ini menjamin batas keamanan yang cukup. Fungsi casing kedua adalah memberikan media pendukung dan bantalan pada poros

untuk batang torak dari impeller. Oleh karena casing pompa harus dirancang untuk:

- a. Memberikan kemudahan mengakses ke seluruh bagian pompa untuk pemeriksaan, perawatan, dan perbaikan.
 - b. Membuat wadah anti bocor dengan memberikan kotak penjejal.
 - c. Menghubungkan pipa-pipa hisapan dan pengiriman ke flens secara langsung.
 - d. Mudah dipasang dengan mesin penggerak (motor listrik) tanpa kehilangan daya.
- g. Eye of impeller
Eye of impeller sebagian sisi masuk pada arah isap impeller.
- h. Impeller
Impeller berfungsi untuk mengubah energi mekanis dari pompa menjadi energi kecepatan pada cairan yang dipompakan secara kontiniu, 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 menahan beban dari poros agar dapat berputar, baik berupa beban radial maupun aksial. Bearing juga memungkinkan

poros untuk dapat berputar dengan lancar dan tetap pada tempatnya, sehingga kerugian gesek menjadi kecil.

k. Discharge nozzle

Discharge nozzle adalah saluran cairan keluar dari pompa dan berfungsi juga untuk meningkatkan energi tekanan keluar pompa.

2.6. Kelebihan dan Kekurangan Pompa Sentrifugal.

1. Kelebihan pompa sentrifugal

Adapun kelebihan dari pompa setrifugal adalah sebagai berikut:

- a. Pada aliran volume yang sama, harga pembelian lebih rendah.
- b. Tidak banyak bagian-bagian yang bergerak (tidak ada katup), jadi biaya pemeliharaannya rendah.
- c. Lebih sedikit memerlukan tempat.
- d. Jumlah putaran tinggi, sehingga memberi kemungkinan untuk pergerakan langsung oleh sebuah elektromotor atau turbin.
- e. Jalannya tenang, sehingga pondasi dapat dibuat ringan.
- f. Aliran zat cair yang tidak putus-putus.
- g. Bila konstruksinya disesuaikan, memberi kemungkinan untuk mengerjakan zat cair yang mengandung kotoran.

2. Kekurangan pompa sentrifugal

Adapun kekurangan dari pompa sentrifugal adalah sebagai berikut:

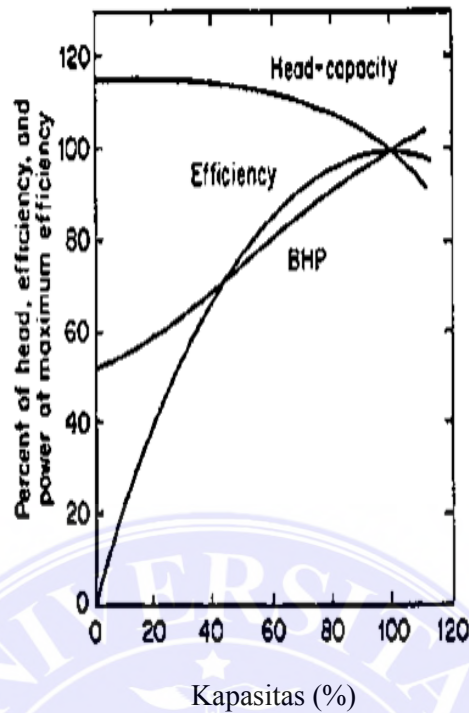
- a. Rendemen lebih rendah terutama pada aliran volume yang kecil dan daya dorong yang besar.
- b. Dalam pelaksanaan normal tidak mengisap sendiri (tidak dapat memompakan udara).
- c. Kurang cocok untuk mengerjakan zat cair kental, terutama pada aliran volume yang kecil.

2.7. Karakteristik Pompa

Menurut (Kenan Sihombing dan Sutardi 2012:02) 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 :

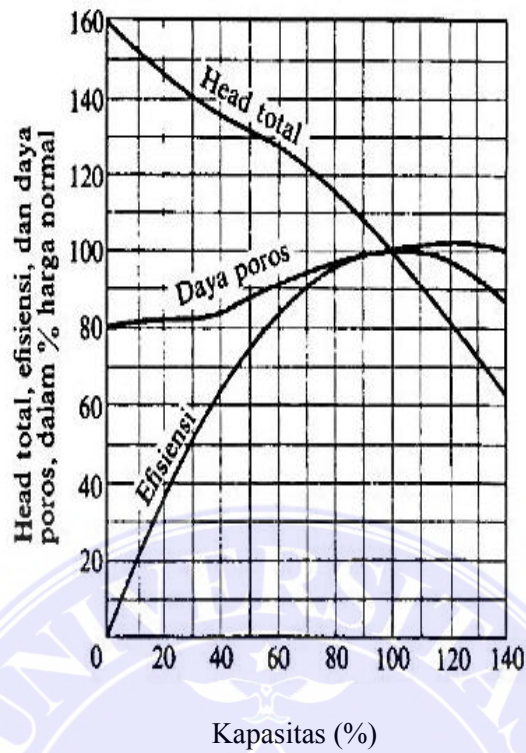
- Head pompa (H)
- Daya pompa (P)
- Efisiensi pompa (η)

Kurva-kurva karakteristik yang menyatakan bahwa besarnya head total pompa, daya poros, dan efisiensi pompa, terhadap kapasitas. Gambar 2.18 merupakan kurva Head, Efisiensi dan Daya dapat disimpulkan bahwa semakin besar head pompa, maka semakin banyak kapasitas air yang di hasilkan oleh pompa tersebut.

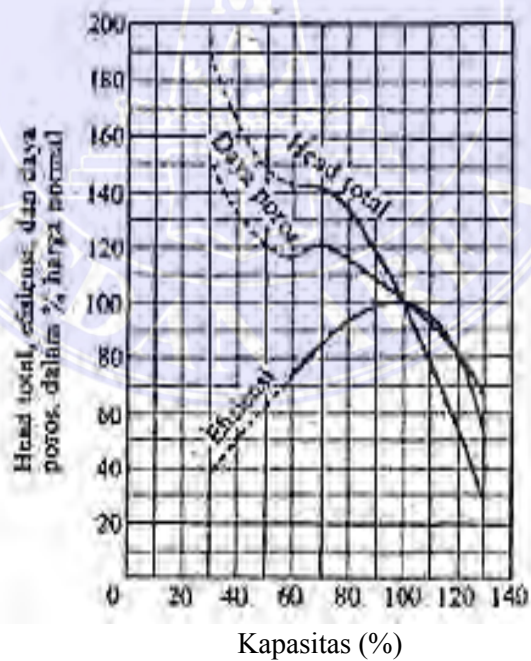


Gambar 2.16 Kurva Head, Efisiensi dan Daya.

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 2.19 dan gambar 2.20 merupakan kurva karakteristik pompa volut dan aksial.



Gambar 2.17 Kurva karakteristik pompa volut.



Gambar 2.18 Kurva karakteristik pompa aliran aksial.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu.

3.1.1 Tempat

Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Proses Produksi Jurusan Teknik Mesin Universitas Medan Area jalan Kolam No.1 Medan Estate. Laboratorium ini dipilih karena cukup merepresentatif untuk kebutuhan pemenuhan dalam penulisan tugas akhir ini.

3.1.2. Waktu

Analisa ini dimulai sejak judul tugas akhir ini disetujui oleh kedua pembimbing. Kemudian waktu yang akan digunakan dari persiapan penyusunan tugas akhir ini dapat dilihat pada tabel 3.1 sebagai berikut:

Tabel 3.1. Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Bulan							
		Januari 2019	Februari 2019	Maret 2019	April 2019	Mei 2019	Juni 2019	Juli 2019	Agustus 2019
1	Penyusunan proposal skripsi								
2	Seminar proposal								
3	Pengambilan data								
4	Analisis data								
5	Sidang								
6	Skripsi								

3.2. Perencanaan Penelitian.

Untuk memperoleh data penelitian, maka dilakukan dengan metode eksperimen. Karena eksperimen sesuai digunakan untuk pengambilan data yang dilakukan secara destruktif. Jumlah parameter dapat dibatasi sehingga dapat menghemat biaya dan waktu pelaksanaan.

Proses permesinan dilakukan untuk melihat perubahan *performance* akibat pengaruh putaran yang direncanakan dengan ketiga variasi head. Penelitian dilakukan dengan alat uji yang dirancang sedemikian sehingga dapat digunakan untuk beberapa penelitian tentang pompa sentrifugal dan untuk mencari data-data yang diperlukan dalam penelitian.

3.3. Alat dan Bahan.

3.3.1. Alat

a. Pompa Sentrifugal.

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



Gambar 3.1. Pompa Sentrifugal

Tabel 3.2 Spesifikasi Pompa Sentrifugal

No	Komponen	Spesifikasi
1	<i>Merk</i>	Yamamax
2	<i>Type</i>	DB-175
3	Jenis Impeller	Tertutup
4	Kapasitas	80 L/min
5	Daya Hisap Maksimum	8 m
6	Tinggi Aliran	20 m
7	Putaran	2850 rpm
8	Daya Keluaran	370 Watt
9	Tegangan	450 Volt

3.3.2. Bahan.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah instalasi pemipaan untuk mengalirkan air, bahan-bahan yaitu:

a. Pipa

Pipa yang digunakan adalah jenis PVC yang biasa digunakan oleh masyarakat untuk instalasi pemipaan rumah-rumah, gedung kantor atau bangunan lainnya. Ukuran pipa yang digunakan untuk *outlet* $\varnothing 1/2$ inch dan inlet $\varnothing 3/4$ inch. Gambar 3.2 merupakan jenis pipa PVC yang digunakan.



Gambar 3.2. Pipa PVC

b. Elbow

Elbow yang dipakai pada instalasi ini adalah elbow 90⁰ yang biasa digunakan untuk ukuran pipa $\varnothing \frac{3}{4}$ inch dan $\varnothing \frac{1}{2}$ inch.

Gambar 3.3 merupakan Elbow 90⁰ berbahan PVC yang digunakan.



Gambar 3.3. Elbow 90⁰

c. Saringan dan *foot valve*

Pada setiap instalasi pemipaan air selalu dipasang saringan dan *foot valve* dengan tujuan agar kotoran tidak masuk kedalam instalasi dan agar air tetap berada di dalam pipa instalasi saat pompa tidak dihidupkan.

d. Globe valve

Pada instalasi ini menggunakan katub (*globe valve*) yang menggunakan tuas yang berfungsi untuk memutuskan dan menghubungkan aliran air yang dipasang pada instalasi pemipaan pada sisi tekan. Gambar 3.4 merupakan jenis globe valve yang digunakan.



Gambar 3.4. Globe valve

3.3.3. Alat Ukur

- a. Alat ukur putaran (*tachometer*).

Alat ini digunakan untuk mengukur putaran poros pompa yang diukur pada poros pompa tersebut saat pompa sedang bekerja.



Gambar 3.5. *Tachometer* digital.

- b. Alat ukur tekanan pada sisi hisap (*vacum gauge*).

Untuk mengukur tekanan fluida dibawah tekanan atmosfer yang masuk kedalam pompa melalui pipa suction.



Gambar 3.6. *Vacum Gauge*.

- c. Alat ukur tekanan pada sisi tekan (*pressure gauge*).

Meter tekanan yang terbuat dari tabung Bourdon sangat kuat dan dapat mengukur tekanan diatas dan dibawah tekanan atmosfer. Tabung Bourdon yang digunakan untuk mengukur tekanan diatas tekanan atmosfer lazim disebut sebagai *pressure gauge*.



Gambar 3.7. *Pressure Gauge*.

d. Flow meter

Untuk mengukur banyaknya fluida (kapasitas) yang dapat dipindahkan oleh pompa setiap satuan waktu digunakan alat yang disebut flow meter (gambar 3.8). Dinyatakan dalam satuan volume per satuan waktu, seperti: Galon per Menit (GPM) dan Liter per Menit (LPM).



Gambar 3.8. flow meter.

3.4. Metode Penelitian dan Prosedur Pengujian

3.4.1. Langkah-Langkah Penelitian.

a. Persiapan

Sebelum melakukan penelitian terlebih dahulu melakukan persiapan.

Persiapan-persiapan yang harus dilakukan antara lain:

1. Melakukan survey terlebih dahulu dan melakukan studi pustaka untuk merencanakan apa yang akan diteliti.
2. Menyediakan alat ukur, bahan, dan perlengkapannya dengan melakukan survey bahan-bahan yang diperlukan dilapangan.

b. Memasang instalasi pemipaan, merangkai pipa-pipa instalasi air skema rangkaian yang diinginkan yang sesuai dengan perencanaan yang telah dibuat sebelumnya, pemasangan alat ukur debit air pada instalasi pemipaannya.

3.4.2. Prosedur Pengujian.

Prosedur pengujian termasuk diantaranya persiapan awal, meliputi penempatan dan perakitan alat uji sesuai gambar rancangan, proses kalibrasi dan pengambilan data. Urutan prosedur dalam pelaksanaan pengujian dapat diuraikan dalam point-point sebagai berikut:

3.4.2.1. Pengujian.

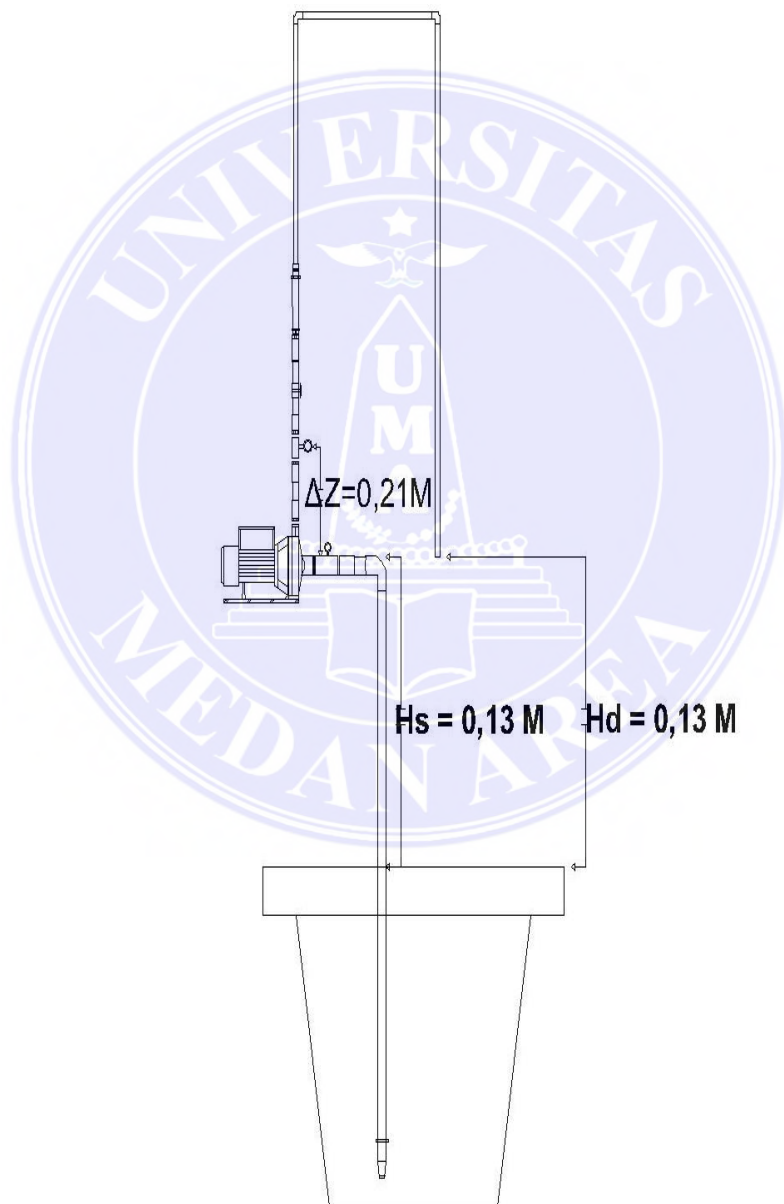
1. Mengatur semua peralatan pengujian pompa sentrifugal.
2. Memasang alat ukur flowmeter, pressure gauge, dan vacum gauge pada pompa.
3. Mengisi air kedalam tangki sehingga mencapai ketinggian 800 mm.
4. Menyalakan pompa sentrifugal dengan kecepatan putaran maksimum hingga aliran fluida menghilangkan gelembung udara yang terjebak dalam saluran sirkulasi.
5. Mengatur bukan katup masuk dan mencatat hasil pengukuran:
 - a. Mencatat hasil pengukuran putaran poros pompa dari alat tachometer dengan cara menempelkan ujung alat ukur tachometer ke poros pompa saat pompa dihidupkan.
 - b. Mencatat hasil pengukuran kapasitas aliran (Q) dari alat ukur flowmeter dengan cara melihat dimana letak pelampung itu berhenti ketika katup glove valve dibuka.

- c. Mencatat hasil pengukuran tekanan hisap (P_s) dari alat ukur vacuum gauge dengan cara melihat jarum yang bergerak pada vacuum gauge ketika pompa dihidupkan.
 - d. Mencatat hasil pengukuran tekanan buang (P_d) dari alat ukur pressure gauge dengan cara melihat jarum yang bergerak pada pressure gauge ketika pompa dihidupkan.
6. Membuat tabel dan mencatat semua hasil pengujian pompa pada bukaan katup (valve) terhadap head pompa.
 7. Selesai melakukan pengujian pertama dengan bukaan katup (valve), lakukan pengujian lagi dengan bukaan katup (valve) yang berbeda agar memperoleh head pompa yang bervariasi dengan cara yang sama.
 8. Setelah pengujian selesai dilakukan, bersihkan dan rapikan semua peralatan yang digunakan.
- 3.4.2.2. Indikasi yang dilakukan.

Adapun indikasi yang dilakukan pada pengujian ini dapat dilihat pada alat ukur yang tersedia. Seperti *pressure gauge* untuk mengetahui tekanan fluida, *tachometer* untuk mengetahui putaran poros pada motor listrik dan *flow meter* untuk kapasitas pompa sentrifugal. Dengan tabel pengambilan data seperti dibawah ini kemudian dilanjutkan perhitungan dengan menggunakan rumus yang ada.

3.5. Rancangan Alat Pengujian.

Pada penelitian ini alat uji yang akan dibuat terlebih dahulu didesain sesuai dengan dasar teori, dimana bahan-bahan penelitian tersedia dipasaran. Desain alat uji dibuat sesederhana mungkin tanpa mengesampingkan ketelitian hasil pengukurannya. Alat uji ini didesain untuk pengujian dan pengambilan data untuk sifat-sifat fluida yang spesifik. Rancangan alat uji terlihat pada gambar



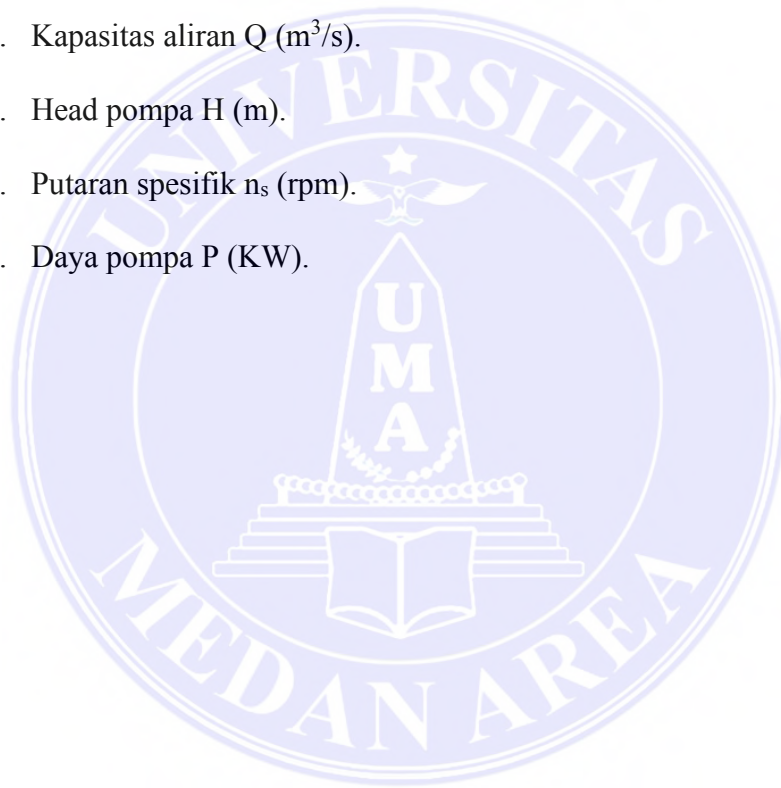
Gambar 3.9 Rancangan Alat Uji

3.6. Variabel yang Diamati.

Penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengujian pompa dengan variasi head pompa. Sehingga dari variasi head pompa pengujian tersebut menghasilkan perbedaan performansi dan karakteristik pompa.

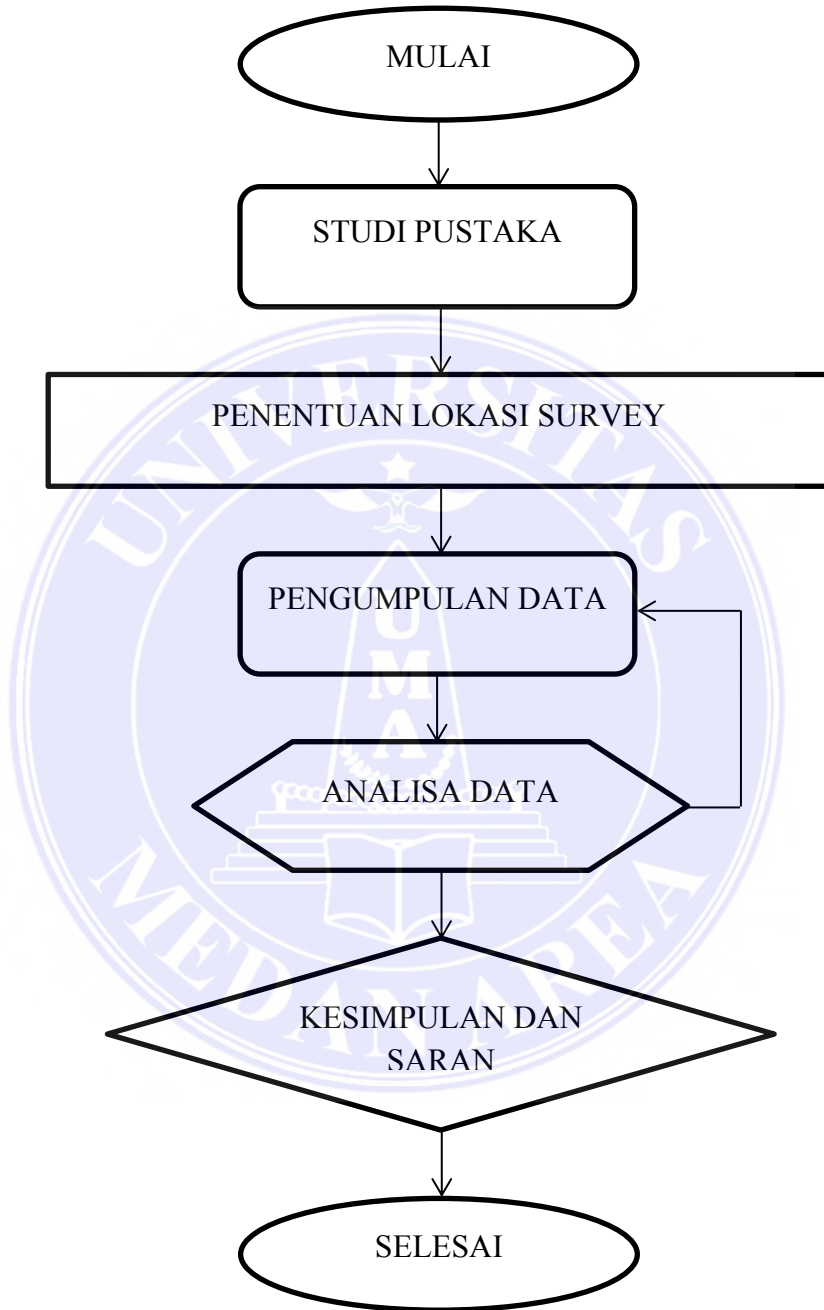
Karakteristik dari pompa sentrifugal yang menggambarkan jalannya lintasan variabel berikut dibawah ini dengan melalui kapasitas, adapun variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah:

1. Kapasitas aliran Q (m^3/s).
2. Head pompa H (m).
3. Putaran spesifik n_s (rpm).
4. Daya pompa P (KW).



3.7. Diagram Alir Pelaksanaan Analisa.

Diagram alir pada pelaksanaan penelitian tugas akhir adalah sebagai berikut:



Gambar 3.10 Diagram Alir Pelaksanaan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah melakukan eksperimen pompa sentrifugal dengan judul “ANALISA UNJUK KERJA POMPA SENTRIFUGAL DENGAN VARIASI HEAD”, maka dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain sebagai berikut:

1. Dengan menambah bukaan katup dapat mempengaruhi unjuk kerja pompa dan variasi head pompa, hal ini dapat dilihat pada hasil perhitungan data dan analisa grafik pompa sentrifugal.
2. Dengan menambah bukaan katub sangat berpengaruh terhadap kapasitas aliran air yang dihasilkan oleh pompa, hal ini akan memepengaruhi kerja pompa sentrifugal Hal ini jelas terlihat pada gambar 4.4, yang menunjukkan titik kerja pompa dengan Kapaistas (Q) 0,000733 m³/s, Head (H) 7,02 m, Daya Hidraulis (Ph) 50,501 watt, dan Effesiensi (η_p) 16,396 %.

5.2. Saran

Adapun saran yang ingin disampaikan penulis dalam kesempatan ini antara lain adalah sebagai berikut:

1. Untuk melakukan penelitian selanjutnya harus menggunakan motor penggerak dengan daya yang lebih besar lagi sehingga data-data yang dihasilkan lebih memuaskan.
2. Teliti pada setiap pengambilan data, agar dalam perhitungan serta pemakaian rumus dalam menganalisa percobaan terhadap literatur tidak menyimpang dari apa yang diharapkan.
3. Kajian selanjutnya diharapkan dapat mengevaluasi putaran pompa dengan menggunakan inverter dan aplikasi penggunaan pompa tersebut dalam kehidupan sehari-hari.
4. Untuk melakukan penelitian selanjutnya harus menggunakan flowmeter yang lebih memuat kapasitas yang lebih besar sehingga data-data yang dihasilkan lebih memuaskan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Sularso, Tahara, Pompa & Kompresor, PT. Pradnya Paramitha, Jakarta, 2006.
- [2]. Wahyu Djalmono Putro, 2010, Pengujian Kinerja Pompa Sentrifugal Menggunakan Kontrol Inverter, Semesta Teknik.
- [3]. Sigit Nugroho, Wibawa.E.J, Dwi Aries Himawanto. 2014, Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap Unjuk Kerja dan Kavitasasi Pompa Sentrifugal. Universitas Sebelas Maret.
- [4]. Fuazen, Pengaruh Variasi Diameter Pipa Hisap Pada Sistem Perpipaan Tunggal Terhadap Debit Pompa, UM, Pontianak.
- [5]. White, Frank M, Wilarjo, Liek, Mekanika Zahir, Erlangga, Jakarta, 1986.
- [6]. Church H. Austin, Zulkifli, Pompa dan Blower Sentrifugal, PT. Gelora Alsara Pratama, 1986.
- [7]. Kenan Sihombing dan Sutardi, Analisa dan Pengujian Karakteristik Performa CUSONS Loss in Pipe Apparatus and Single Stage Centrifugal Pump, Surabaya, 2012.
- [8]. Mc Graw Hill Book Company, Pump Hand Book, Mc Graw-Hill 1997.
- [9]. Lazarkiewichs S, Impeller Pump, Newyork 1965.
- [10]. M.Khetagurov of Marine Auxialiary and System, Universitas press of the pasific, 2004.