

**ANALISIS PENGARUH VARIASI *HEAD PUMP* TERHADAP
TEKANAN *FLOW RATE* PADA POMPA SENTRIFUGAL
DI PT. INTERZONA PRIMA**

SKRIPSI

OLEH:

**WISNU WIRANATA
NPM 178130069**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
2023**

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 23/11/23

Access From (repository.uma.ac.id)23/11/23

**ANALISIS PENGARUH VARIASI *HEAD PUMP* TERHADAP
TEKANAN *FLOW RATE* PADA POMPA SENTRIFUGAL
DI PT. INTERZONA PRIMA**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik Pada Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas medan Area



Oleh:

WISNU WIRANATA

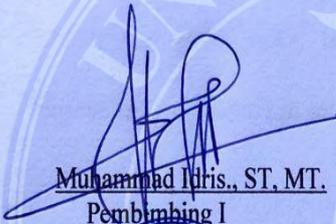
NPM 178130069

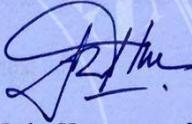
**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2023**

HALAMAN PENGESAHAN SEMINAR HASIL

Judul Skripsi : Analisis Pengaruh Variasi *Head Pump* Terhadap Tekanan
Flow Rate Pada Pompa Sentrifugal di PT. Inter Zona Prima.
Nama Mahasiswa : Wisnu Wiranata
NIM : 178130069
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing


Muhammad Idris., ST, MT.
Pembimbing I


Indra Hermawan., ST, MT.
Pembimbing II


DR. Rakhmawati, S. Kom, M. Kom
Dekan


Muhammad Idris., ST, MT.
Ka. Prodi/WD I

Tanggal Lulus : 08 Agustus 2023

HALAMAN PERNYATAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, 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 ditulis sumbernya secara jelas sesuai 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. 28 Agustus 2023



Wisnu Wiranata

178130069

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

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

Nama : Wisnu Wiranata

NPM : 178130069

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Tugas Akhir / Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada
Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneklusif (*Non-exclusive Royalty-
Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**“Analisis Pengaruh Variasi *Head Pump* Terhadap Tekanan *Flow Rate* Pada
Pompa Sentrifugal di PT. Interzona Prima”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas Royalti,
noneklusif ini, Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih
media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat,
dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi saya selama saya tetap mencantumkan
nama saya sebagai penulis /pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian
surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Medan, 28 Agustus 2023
Yang menyatakan :

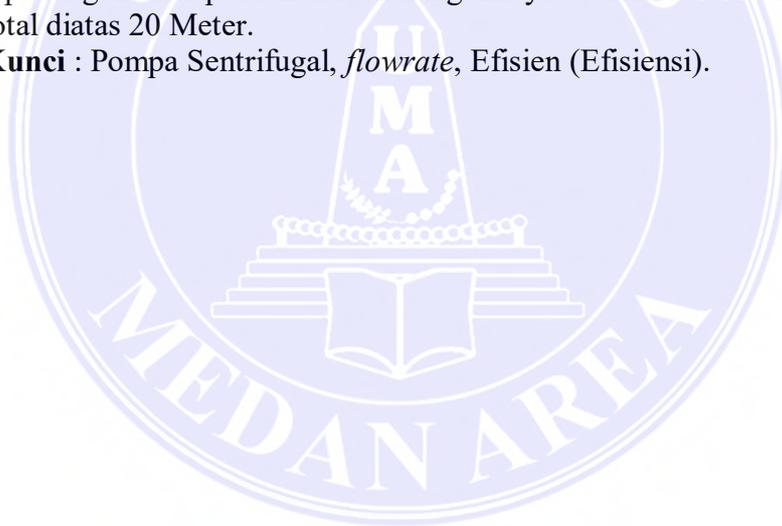


(Wisnu Wiranata)
(178130069)

ABSTRAK

Industry pada kolam renang banyak menggunakan pompa dengan Gaya sentrifugal yaitu gaya yang bergerak membentuk lintasan lingkaran, gaya sentrifugal dimanfaatkan menjadi salah satu gaya dalam pompa air dari manual hingga otomatis (Pompa Sentrifugal). Tujuan Penelitian menganalisis penurunan *flowrate* pada pompa sentrifugal, menguji variasi head pompa sentrifugal secara efisien, menentukan kapasitas mesin pompa yang dibutuhkan kolam renang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif, metode ini digunakan oleh penulis karena cocok dengan adanya beberapa fenomena yang terjadi dalam penelitian dengan mengkombinasikan dengan data pendukung. Penelitian ini menggunakan 3 variasi head dengan ketinggian 0,8 meter menghasilkan debit air $5.553 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$, head 1 meter menghasilkan debit air $5.498 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$, head 1,2 meter menghasilkan debit air $5.451 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$. Hasil penelitian ini yaitu, Penurunan *flowrate* tekanan dari 3500 kPa menjadi 1500 kPa akibat adanya kavitasi pada katup isap. Pada ketinggian *Head* 1,2 meter menghasilkan nilai efisiensi lebih besar dengan 12,04%. Kapasitas dan *Head* total yang tepat digunakan pada kolam renang ini yaitu diatas $6.667 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$ dan Head total diatas 20 Meter.

Kata Kunci : Pompa Sentrifugal, *flowrate*, Efisien (Efisiensi).



ABSTRACT

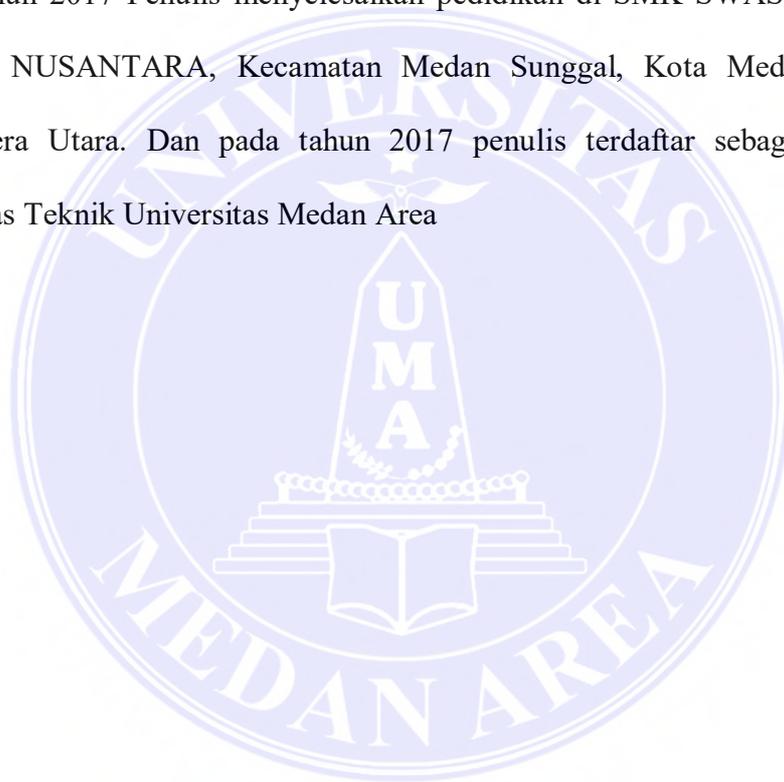
Industry in swimming pools uses many pumps with centrifugal force, which is a force that moves to form a circular trajectory, centrifugal force is used to be one of the forces in water pumps from manual to automatic (Centrifugal Pump). The purpose of the study analyzes the flowrate decrease in the centrifugal pump, tests the variation of the centrifugal pump head efficiently, determines the capacity of the pump machine needed by the swimming pool. The method used in this study is a descriptive method, this method is used by the author because it matches the existence of several phenomena that occur in the study by combining with supporting data. This study used 3 variations of head with a height of 0.8 meters resulting in a water discharge of $5.553 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$, head 1 meter produced a water discharge of $5.498 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$, head 1.2 meters produced a water discharge of $5.451 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$. The result of this study is, a decrease in pressure flowrate from 3500 kPa to 1500 kPa due to cavitation in the suction valve. At a head height of 1.2 meters it produces a greater efficiency value by 12.04%. The right capacity and total Head used in this swimming pool is above $6.667 \times 10^{-6} \text{ m}^3$ and the total Head is above 20 meters.

Keywords : *Centrifugal Pump, flowrate, Efficient (Efficiency).*

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Wisnu Wiranata, dilahirkan di Desa Sei Mencirim, Kecamatan Sunggal, Kabupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatera Utara, tanggal 14 Januari 2000 dari Ayah bernama Irwanto dan ibu bernama Yusmaini, penulis merupakan putra kedua dari tiga bersaudara.

Tahun 2017 Penulis menyelesaikan pendidikan di SMK SWASTA NAMIRA TECH NUSANTARA, Kecamatan Medan Sunggal, Kota Medan , Provinsi Sumatera Utara. Dan pada tahun 2017 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area



KATA PENGANTAR

Assalamu'aalaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, puji dan syukur kita panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, nikmat, serta karunia-Nya kepada penulis. Shalawat berangkai salam kita hadiahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW. Tugas Akhir ini berjudul “ANALISIS PENGARUH VARIASI *HEAD PUMP* TERHADAP TEKANAN *FLOW RATE* PADA POMPA SENTRIFUGAL DI PT. INTERZONA PRIMA”

Terimah kasih penulis sampaikan kepada Bapak Muhammad Idris, S.T., M.T., dan Bapak Indra Hermawan S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I dan II serta Bapak dan Ibu Dosen serta seluruh Staff Pegawai Program Studi Teknik Mesin yang telah banyak memberi saran. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada M. Johan Lyonald dan *staff* di pt interzona prima serta sahabat penulis yang telah membantu penulis selama melakukan penelitian. Ungkapan terimah kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, serta seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya.

Penulis telah berusaha semaksimal mungkin, namun Penulis menyadari dalam Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu Penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun guna penyempurnaan Tugas Akhir ini.

Medan, 28 Agustus 2023

Wisnu Wiranata

DAFTAR ISI

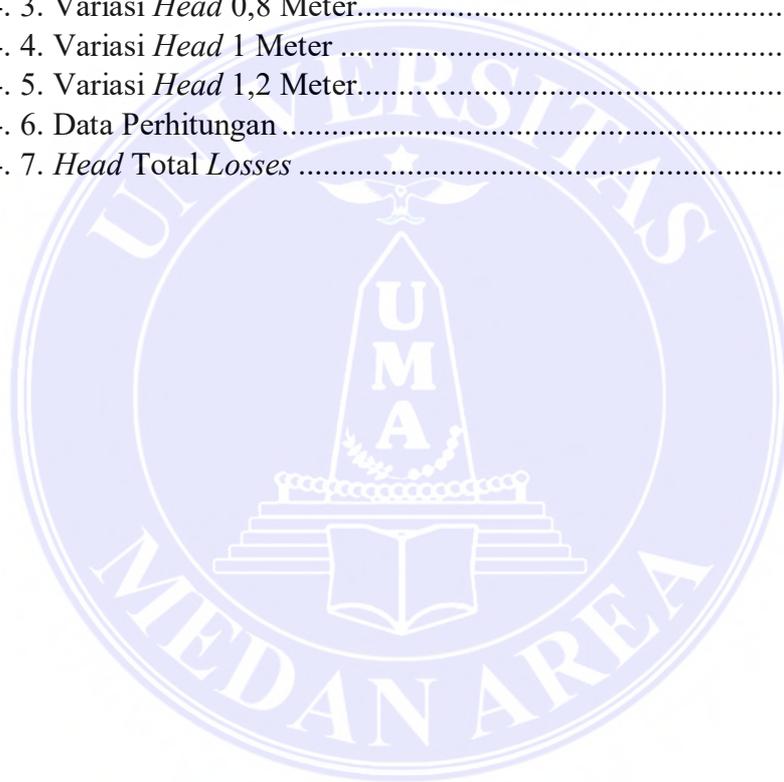
COVER	
SKRIPSI	ii
HALAMAN PENGESAHAN SEMINAR HASIL	iii
HALAMAN PERNYATAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Hipotesis Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Pengertian Umum	6
2.2. Pompa Sentrifugal	7
2.3. Kavitasi pompa	18
2.4. Klasifikasi Pompa Sentrifugal	19
2.5. Bagian Utama Pompa sentrifugal	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	26
3.1 Waktu dan Tempat dan Penelitian	26
3.2 Bahan dan Alat	28
3.3 Metode Penelitian	32
3.4 Populasi dan Sampel	33
3.5 Prosedur Kerja	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Hasil	38
4.2 Pembahasan	39
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	50
5.1 Simpulan	50
5.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Pompa Sentrifugal	7
Gambar 2. 2. Bagan aliran fluida dalam pompa sentrifugal. Error! Bookmark not defined.	
Gambar 2. 3. Persamaan hukum <i>bernouli</i>	9
Gambar 2. 4. Gaya Sentrifugal	10
Gambar 2. 5. <i>Head</i> total Pompa	15
Gambar 2. 6. Diagram <i>Moody</i>	17
Gambar 2. 7. Pompa aliran radial	20
Gambar 2. 8. Pompa alira aksial horizontal	20
Gambar 2. 9. Pompa aliran campuran	21
Gambar 2. 10. Bentuk impeller pompa	21
Gambar 2. 11. Komponen pompa sentrifugal	23
Gambar 3. 1. Pompa Sentrifugal	28
Gambar 3. 2, Pipa PVC	29
Gambar 3. 3. Elbow 90°	29
Gambar 3. 4. Lem Pipa	30
Gambar 3. 5. Tachometer Digital	30
Gambar 3. 6. <i>Pressure gauge</i>	31
Gambar 3. 7 <i>Vacum gauge</i>	32
Gambar 4. 1. Grafik Antara <i>Head</i> & Efisiensi	46
Gambar 4. 2. Grafik Antara <i>Head</i> & Debit air	47
Gambar 4. 3. Grafik Antara <i>Head</i> & <i>OutPut</i>	48
Gambar 4. 4. Grafik Antara <i>Head</i> & Daya <i>InPut</i>	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Koefisien pipa	16
Tabel 2. 2. Koefisien Katub.....	18
Tabel 3. 1. Jadwal Penelitian	16
Tabel 3. 2. Spesifikasi Pompa Sentrifugal	18
Tabel 3. 3. Populasi dan Sampel.....	16
Tabel 4. 1. Nilai Penurunan Tekanan.....	38
Tabel 4. 2. <i>Head</i> dan Efisiensi.....	38
Tabel 4. 3. Variasi <i>Head</i> 0,8 Meter.....	40
Tabel 4. 4. Variasi <i>Head</i> 1 Meter	40
Tabel 4. 5. Variasi <i>Head</i> 1,2 Meter.....	40
Tabel 4. 6. Data Perhitungan	43
Tabel 4. 7. <i>Head Total Losses</i>	45



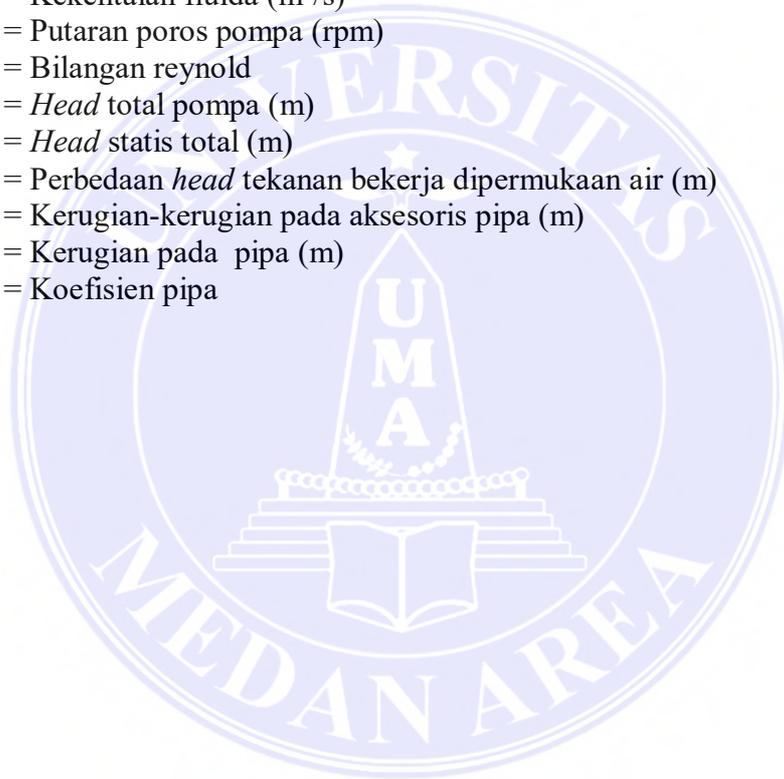
DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel <i>Viscosity</i>	53
--	----



DAFTAR NOTASI

Q	= Debit air keluar (m^3/s)
Q^1	= Debit air masuk (m^3/s)
T	= Torsi pompa (N/m)
R	= Jari-jari lingkaran (m)
F	= Gaya pada pompa (N)
a_r	= Percepatan sentripetal (m/s^2)
P_{in}	= Daya yang dihasilkan poros pompa (<i>Watt</i>)
P_{out}	= Daya yang dibutuhkan pompa (<i>Watt</i>)
η_p	= Nilai efisiensi pompa (%)
c_0	= Kecepatan air masuk (m/s)
ν	= Kekentalan fluida (m^2/s)
n_q	= Putaran poros pompa (rpm)
Re	= Bilangan Reynold
H	= <i>Head</i> total pompa (m)
h_a	= <i>Head</i> statis total (m)
Δh_p	= Perbedaan <i>head</i> tekanan bekerja dipermukaan air (m)
H_L	= Kerugian-kerugian pada aksesoris pipa (m)
H_f	= Kerugian pada pipa (m)
C	= Koefisien pipa



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan dunia permesinan terutama pada mesin pompa air, sejak masih menggunakan pompa air manual hingga sekarang menggunakan pompa air otomatis (sentrifugal). Dalam kehidupan manusia mesin pompa air menjadi kebutuhan dan digunakan di kehidupan sehari-hari, selain itu dalam bidang industry juga menggunakan mesin pompa air namun kapasitas dan ukurannya tentu lebih besar,

Mesin pompa air adalah mesin yang berfungsi untuk mendorong atau memindahkan suatu fluida (cairan), dari suatu tempat ke tempat lainnya melalui pipa-pipa yang telah tersambung dengan pompa air tersebut. Sularso dan HaruoTahara, (2000,05) menyatakan: Bahwa komponen utama pada pompa sentrifugal terdiri dari *mechanical seal, shaft-sleeve, shaft* (poros), *packing*, penutup pompa, *impeller, vane, eye of impeller, bearing, wearing riing*, dan *discharge*. Dimana prinsip kerja pompa sentrifugal ini merupakan salah satu yang efeknya langsung mempengaruhi keadaan aliran fluida (air) masuk dan keluar nozel.

Penggunaan pompa pada kolam renang biasanya ditentukan dengan cara menghitung berapa meter kubik air yang ada didalam kolam tersebut dan berapa luas kolam tersebut sehingga dapat menentukan *type* dan kapasitas pompa yang akan digunakan nantinya.

Wahyu Djalmono Putro (2010,13), mengungkapkan pada penelitiannya, pengujian unjuk kerja yang dihasilkan oleh pompa sentrifugal adalah salah satu pompa yang menggunakan *system control inverter*. Hasilnya menunjukkan kinerja pompa sentrifugal sangat kuat dan bisa diandalkan, karena hasil dari pengukurannya sangat mendekati dengan spesifikasi pompa dari keluaran pabrik, walaupun adanya perbedaan. Dalam penelitian ini penulis akan mencoba menganalisa pompa sentrifugal dengan memvariasikan *head* pompanya pada *flow rate*. Variasi ini penulis harapkan bisa meningkatkan performa dan efisiennya pompa sentrifugal tersebut sebagaimana yang telah dihasilkan oleh penelitian dengan kinerja pompa.

Sorimuda Harahap dan M. Iqbal Fakhruddin (2018,01) mengungkapkan pada penelitiannya bahwa kapasitas pompa di titik 0 maka *head* pompanya berada pada nilai tertinggi, pada saat kapasitas semakin besar *head*nya akan mengalami penurunan sehingga daya yang dihasilkan cepat naik. Apabila kapasitas semakin melewati kapasitas standar maka efisiensi pada titik tertinggi mengalami penurunan. Banyak aspek yang dapat mempengaruhi jenis pompa dan ukurannya pompa sentrifugal serta bahan pembuatannya berbeda, antara lain dipengaruhi oleh volumee fluida dan jenis fluida, jarak dan ketinggian pengangkutan fluida, serta tekanan yang diperlukan dan lain sebagainya.

Djoko Wahyudi (2019,09) menyatakan dalam penelitiannya bahwa pompa sentrifugal memiliki perbandingan nilai *head* dan tekanan pada pompa rangkaian seri dua kali lipat dari pompa tunggal, dikarenakan fluida masuk pada pompa dua sudah bertekanan dan *head*nya meningkat, tetapi akan terjadi faktor kerugian

primer akan bertambah akibat bertambahnya panjang pipa yang digunakan, sedangkan kapasitasnya sama dengan kapasitas pompa.

Eko Prasetyo Putro (2020,21) mengungkapkan pada penelitiannya adanya pengaruh terhadap perubahan nilai pada *head* dan debit aliran masing-masing jenis bukaan pada katub. Dimana semakin diperkecilnya bukaan katub maka head yang dihasilkan menjadi semakin besar, tetapi kapasitas dan debit aliran yang dihasilkan akan menjadi lebih kecil. Hal ini dipengaruhi oleh besarnya rugi minor yang terjadi pada pengecilan area pipa penampang katub.

Sofwan Hariady (2014,02) mengatakan dalam penelitiannya terjadi penurunan tekanan pompa sentrifugal diakibatkan oleh kerusakan komponen, disebabkan karena vibrasi tinggi pada pompa. Vibrasi tersebut dipicu adanya kavitasi ataupun korosi yang terjadi pada pompa menyebabkan *un-balance* pada rotot akibat lepasnya lapisan pada coatingnya *impeller* dan masuknya kotoran pada suction pompa.

Tekanan pompa pada kolam renang di PT Interzona Prima, yaitu hasil tekanannya tidak setara atau *relative* rendah berbeda dengan kapasitas yang tertera pada *name plate*, dan pompa sering mengalami penurunan tekanan ketika pompa sedang beroperasi, menyebabkan terhambatnya sirkulasi pada kolam renang tersebut. Oleh sebab itu akan penulis angkat topic ini menjadi suatu permasalahan tersebut menjadi suatu judul tugas akhir.

1.2 Perumusan Masalah

Ada beberapa faktor yang membuat kolam renang tidak efisien dan lama proses sirkulasi airnya, disebabkan oleh beberapa indikator maka penulis membuat beberapa rumusan masalah yang terjadi pada objek penelitian ini yaitu:

1. Bagaimanakah daya dan efisiensi yang dapat dihasilkan oleh pompa sentrifugal?
2. Bagaimanakah mengatasi terjadinya *pressure drop* pada pompa sentrifugal terhadap tekanan *flow rate*?
3. Bagaimanakah terkait perhitungan *head* (H) dan debit (Q)

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis terjadinya penurunan tekanan *flow rate* (*pressure drop*) pada pompa sentrifugal.
2. Menguji variasi *head* pompa sentrifugal secara efisien
3. Menentukan kapasitas mesin pompa yang dibutuhkan kolam renang.

1.4 Hipotesis Penelitian

Adapun hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

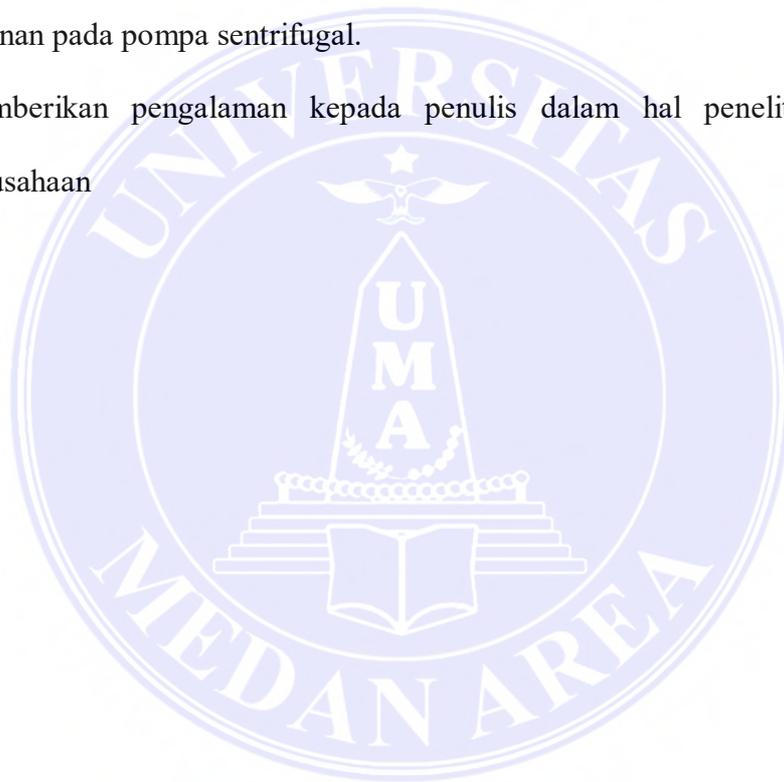
1. Penurunan tekanan bisa disebabkan adanya kavitasi atau water hammer yang menyebabkan tekanan berkurang drastis, penyebab kavitasi bias terjadi karena adanya kebocoran dari katup isap, pipa dan sambungan pada pipa.
2. Kurangnya efisien yang terjadi pada pompa sentrifugal bisa disebabkan oleh kurangnya *Head* pompa yg dibutuhkan kolam renang.

3. Penulis akan mencari dan menghitung *variable* yang berkaitan dengan menentukan besar kapasitas yang dibutuhkan oleh kolam renang tersebut.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai berikut:

1. Memperluas ilmu pengetahuann tentang pompa sentrifugal bagi penulis.
2. Memberikan manfaat kepada pengelola yaitu solusi meningkatkan peforma dan tekanan pada pompa sentrifugal.
3. Memberikan pengalaman kepada penulis dalam hal penelitian di suatu Perusahaan



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Umum

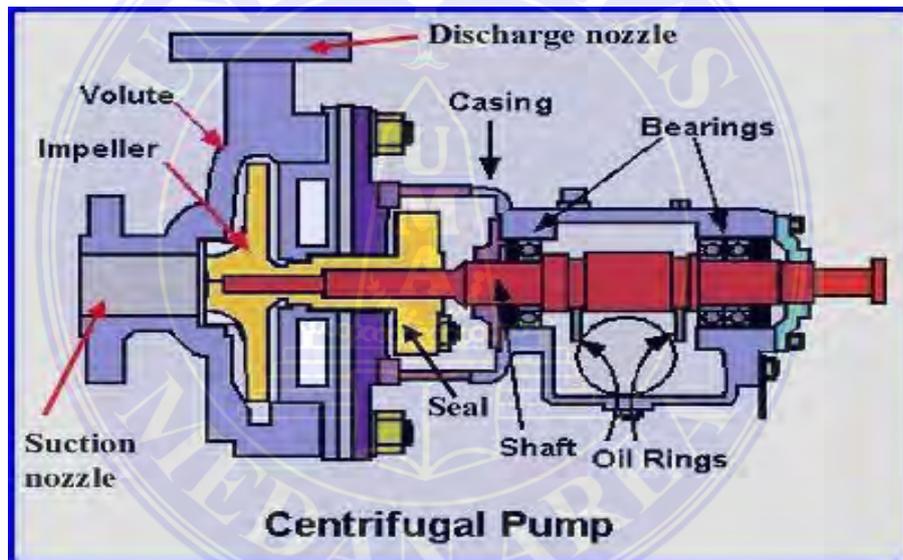
Pompa merupakan peralatan utama maupun pendukung utama yang sangat penting untuk kebutuhan industri. Penggunaan pompa yang awalnya digunakan untuk penyedia air dalam kehidupan sehari-hari, tetapi sejak berkembangnya beberapa teknologi industri saat ini, pompa banyak digunakan untuk kebutuhan di beberapa sektor industri terutama pada industri proses, industri kimia, industri tekstil, industri minyak, pembangkit tenaga listrik, perusahaan air bersih, industri kolam renang dan masih banyak lagi.

Fungsi pompa adalah memindahkan suatu cairan (fluida) dari suatu tempat ke tempat lainnya, melalui pipa yang tersambung dimesin pompa tersebut, dengan cara memberikan suatu gaya atau energi pada cairan yang dipindahkan mengkonversi energi mekanik menjadi energi kinetik. Pada umumnya pompa digerakan oleh motor, mesin atau sejenisnya. Banyak faktor yang mempengaruhi jenis, ukuran pompa dan bahan yang digunakan untuk pembuatan pompa berbeda, antara lain dipengaruhi oleh jenis fluidanya dan volumenya, tinggi dan jarak pengangkutan pada fluida, serta tekanan yang dihasilkannya dan masih banyak lagi. Prinsip kerja pada pompa itu sendiri membuat adanya perbedaan tekanan pada bagian hisap (*suction*) dan bagian tekan (*discharge*)

2.2. Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal (gambar 2.1) merupakan jenis pompa non energi potensial dimana energi kecepatan yang dihasilkan berasal dari perubahan energi statis menjadi dinamis. Perubahan energi tersebut terjadi karena pengaruh putaran *impeller* pompa. Pompa sentrifugal mempunyai konstruksi sedemikian rupa sehingga aliran zat cair yang keluar dari *impeller* akan melalui sebuah bidang tegak lurus pompa.

Bagian-bagian dari pompa sentrifugal dapat dilihat pada gambar 2.1:



Gambar 2. 1. Pompa Sentrifugal

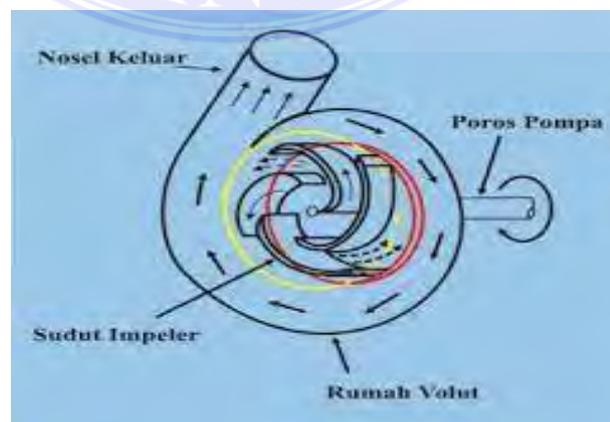
Pompa sentrifugal tersusun atas beberapa bagian penting yaitu:

1. *Casing*
2. *Impeller*
3. poros
4. *Bearing/bantalan*
5. *Packing&seal*
6. *Kopling*

7. Sistem lubrikasi

Pompa sentrifugal ini motor penggeraknya akan memutar *impeller* sehingga fluida yang berada didalamnya ikut berputar dengan adanya dorongan dari sudu-sudu akibatnya menimbulkan gaya sentrifugal akan menyebabkan fluida meninggalkan impeller dengan kecepatan sangat tinggi, kemudian energi kinetic akan menjadi energi tekanan fluida melewati *cassing* yaitu saluran penampang akan semakin melebar. Perubahan *energy* ini terjadi akibat dari dua bagian utama pompa sentrifugal, *impeller* dan *difuser*. *Impeler* adalah bagian berputar yang mengubah energi mekanis menjadi kinetik. Didalam *diffuser* (rumah keong) bagian stasioner yang akan mengubah energi kinetik menjadi energi tekan.

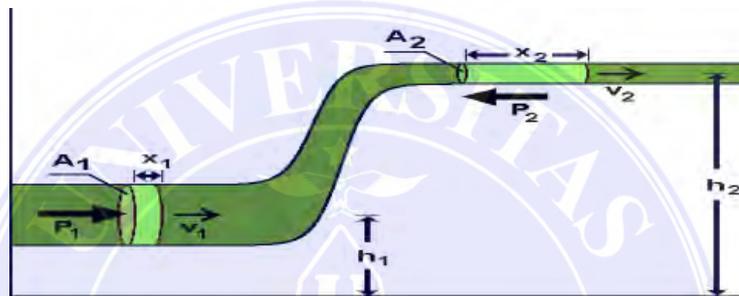
Energy kinetic akan keluar dari *impeller* akan dimanfaatkan dengan menciptakan resistensi terhadap aliran fluida. Hambatan pertama dibuat oleh *Diffuser* menangkap cairan dan akan memperlambat laju fluida ke bawah. Dalam nozel keluar, cairan akan lebih bekurang kecepatannya yang diubah menjadi tekanan dengan prinsip Bernoulli. Pada gambar 2.2 contoh sisi penampang pompa sentrifugal yang menunjukkan gerakan cairan



Gambar 2. 2. Bagan aliran fluida dalam pompa sentrifugal

2.2.1 Persamaan bernouli

Hukum bernouli adalah semakin besarnya kecepatan yang terjadi pada fluida maka semakin kecil tekanannya, sedangkan semakin kecil kecepatannya maka semakin besar tekanan yang terjadi pada fluida tersebut. *Bernouli* menggunakan dasar dalam matematika untuk menciptakan hukumnya. Pada gambar 2.3 ditunjukkan ilustrasi persamaan *bernouli*



Gambar 2. 3. Persamaan hukum *bernouli*

Rumus:

$$P_1 \times \frac{1}{2} \rho V_1^2 + \rho g h_1 = P_2 \times \frac{1}{2} \rho V_2^2 + \rho g h_2$$

$$P + \frac{1}{2} \rho V^2 + \rho g h = \text{konstan}$$

Dimana:

V_1 = Kecepatan Aliran (m/s)

P = Tekanan (Pa)

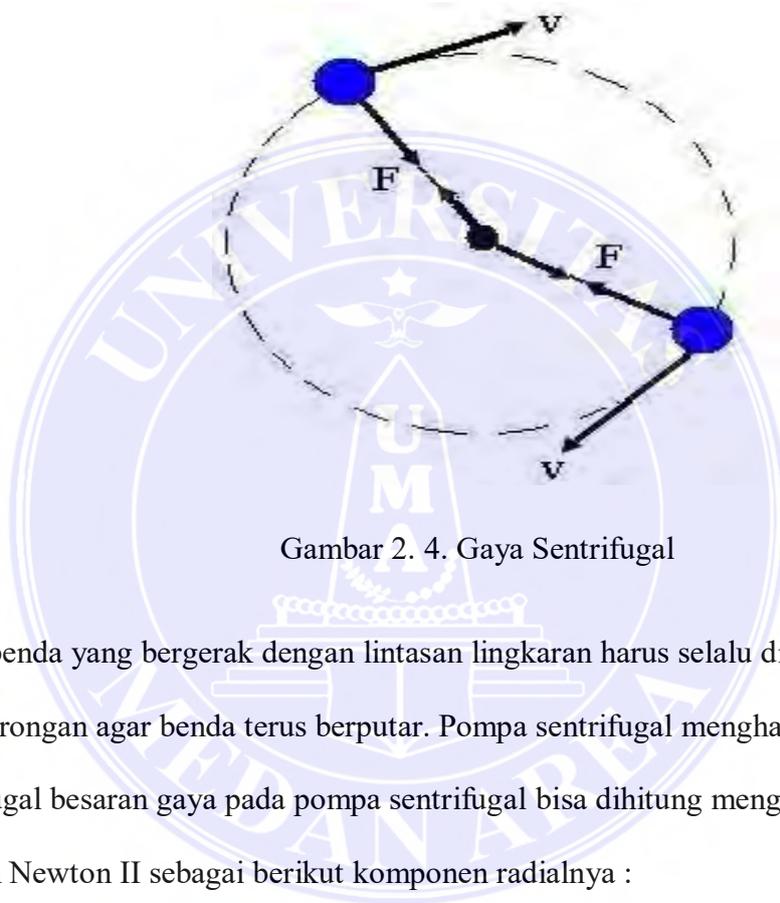
ρ = Massa jenis air (997 kg/m³ dalam 25°C)

g = Percepatan gravitasi (m/s²)

h = Tinggi cairan (m)

2.2.2 Gaya sentrifugal

Pompa sentrifugal adalah pompa yang memanfaatkan gaya sentrifugal untuk memindahkan suatu fluida dari perputaran suatu *impeller* seperti ditunjukkan pada Gambar 2.4



Gambar 2. 4. Gaya Sentrifugal

Suatu benda yang bergerak dengan lintasan lingkaran harus selalu di berikan gaya atau dorongan agar benda terus berputar. Pompa sentrifugal menghasilkan gaya sentrifugal besaran gaya pada pompa sentrifugal bisa dihitung menggunakan Hukum Newton II sebagai berikut komponen radialnya :

$$\begin{aligned}
 F &= m \cdot a_r \\
 &= m \cdot \frac{v^2}{r} \dots\dots\dots(2.1)
 \end{aligned}$$

dengan :

- m = massa benda (kg)
- a_r = percepatan sentripetal (m/s^2)
- r = jari-jari (m)

2.2.3 Persamaan – persamaan yang bekerja dalam Pompa sentrifugal

1) Debit air yang dihasilkan oleh Pompa sentrifugal

Debit air yang dihasilkan pompa sentrifugal dapat dicari menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Q = \frac{v}{t} (m^3/s) \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana:

V : volume air keluar dari pompa (M³)

t : waktu (s)

2) Torsi pada pompa

Torsi atau momen putar yaitu perkalian antara gaya dengan lintasan(poros). Torsi dihasilkan poros diteruskan ke *impeller* ,digunakan menghitung besaran daya dihasilkan oleh poros dapat digunakan persamaan berikut:

$$T = F \cdot r (N/m) \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana:

F : Gaya pada pompa sentrifugal (N)

r : Panjang lintasan lengan gaya pompa sentrifugal (m)

3) Daya yang dihasilkan poros

Daya yang dihasilkan pada putaran poros yang bekerja akan dilanjutlan ke pompa sentrifugal, akan digunakan untuk menghitung besar efisiensinya. Dengan menggunakan persamaan sebagi berikut:

$$\begin{aligned} W &= 2\pi \cdot \frac{N}{60} \left(\frac{rad}{sec} \right) \\ &= N : r/min \dots\dots\dots(2.4) \end{aligned}$$

$$P_{in} = W \cdot T (W) \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana:

P_{in} : Daya dihasilkan poros (*Watt*)

W : kecepatan sudut (m)

π : putaran pada poros

N : jumlah putaran poros dalam satuan waktu tertentu (rpm)

T : torsi yang dihasilkan pompa sentrifugal (Nm)

4) Daya yang dihasilkan pompa sentrifugal

Daya yang dihasilkan pompa sentrifugal digunakan mendorong fluida (air). Daya yang dihasilkan pompa sentrifugal digunakan mencari besaran efisiensi yang diperoleh pompa sentrifugal.

$$P_{out} = \rho \cdot g \cdot H \cdot Q (W) \dots\dots\dots(2.6)$$

Dengan:

ρ : massa jenis air (kg/m^3)

g : percepatan gravitasi di muka bumi (m/s^2)

H : tinggi kenaikan pada pompa (m)

Q : debit air (m^3/s)

5) Kecepatan Spesifik

Kecepatan (putaran) spesifik pompa adalah besaran yang tak berdimensi digunakan untuk menentukan jenis dari impeller dengan mencari hasil dan akan menentukan aliran dan jenis *impeller*, *impeller* kecepatan sedang 80 sd 150, *impeller* dengan kecepatan tinggi 150 sd 300, *impeller* aliran campuran 300 sd 600, *impeller* aliran axial 600 sd 2000 dengan satuan Rpm, dapat dicari menggunakan persamaan

sebagai berikut:

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

Dengan:

n : putaran poros pompa (rpm)

H : *Head* pompa (m)

Q : kapasitas aliran (m^3/s)

Dari persamaan tersebut disimpulkan bahwa pompa dengan variasi *head* total yang tinggi dan kapasitas aliran yang kecil akan menghasilkan n_s yang kecil. Sebaliknya dengan variasi *head* total yang rendah dan kapasitas aliran yang besar, maka nilai n_s akan menjadi besar. Dalam menghitung n_q pompa sentrifugal jenis isapan ganda (*double suction*) harus memakai $Q/2$ sebagai ganti Q dalam persamaan tersebut karena kapasitasnya melalui impeller akan terbagi menjadi dua.

6) Menghitung debit air yang masuk

Debit air yang masuk dihitung dengan membuat grafik antara debit air masuk dengan kecepatan air. Grafik yang dibentuk digunakan untuk menganalisa adanya kavitasi.

$$Q^1 = 1,05 \cdot Q \text{ (} m^3/s \text{)} \dots\dots\dots(2.8)$$

7) Efisiensi Pompa sentrifugal

Efisiensi pompa adalah nilai efisien daya energi poros pompa ke daya/energi hidrolis pompa. Efisiensi pompa digunakan sebagai perbandingan hasil yang sudah tercantum pada *name plate* pompa apakah sesuai. Rumus dalam menghitung efisien pompa total adalah:

$$n_p = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \% \dots\dots\dots(2.9)$$

8) Menghitung kecepatan air yang masuk

Kecepatan air yang masuk dihitung dengan persamaan berikut:

$$Q^1 = A \cdot C_o$$

$$C_o = \frac{Q^1}{A} \text{ (m/s)} \dots\dots\dots(2.10)$$

9) Head Total pompa

Head total pompa adalah perhitungan total *head* yang akan dipakai dengan tinggi dan kapasitas (debit aliran) menjadi besaran utama dalam pompa dan juga perbandingan antara sisi isap dan sisi keluar pada ujung pipa. *Head* total pada pompa ini harus sesuai dengan rencana mengalirkan jumlah air seperti yang telah direncanakan, dapat ditentukan dari instalasi pompa, Gambar 2.5 adalah *head* total pompa dengan persamaan sebagai berikut:

$$H = h_a + \Delta h + h_f + \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots(2.11)$$

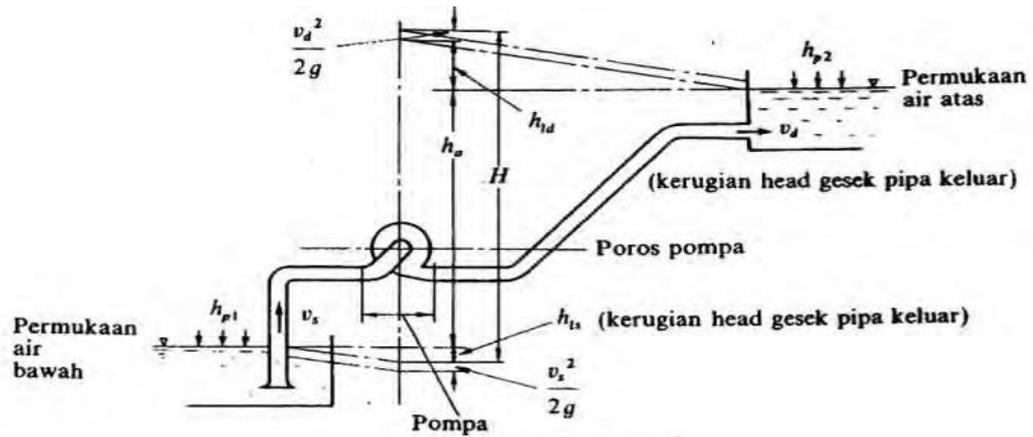
Dengan:

H = *Head* total pompa (m)

h_a = *Head* statis total (m)

Δh_p = perbedaan head tekanan bekerja dipermukaan air (m)

H_L = kerugian-kerugian pada aksesoris pipa (m)



Gambar 2. 5. Head total Pompa

10) Head Losses

Head losses disebut juga dengan rugi-rugi aliran, akibat dari head losses adalah hilangnya energy mekanik dengan persatuan massa fluida. Satuan ini adalah satuan panjang setara dengan satuan massa fluida. Head losses terbagi menjadi 2 yaitu:

a) Mayor losses

Kerugian akibat adanya gesekan antara permukaan pipa dan fluida head panjang pipa didalam aliran jalur pipa kerugian akan terjadi apabila ukuran pipa dan bentuk penampang alirannya berubah akan mengalami kerugian pada pipa tersebut. Hazen williams pada umumnya rumus ini digunakan untuk menghitung kerugian head dalam pipa yang relatif panjang. Rumusnya dapat dicari dengan persamaan umum kerugian yaitu:

$$H_f = f \frac{V^2}{2g} L = H_f = \frac{0,666 \cdot \theta^{1,85}}{C^{1,85} \cdot D^{4,8}} L \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana: f = koefisien kerugian

g = percepatan gravitasi (9,8 m/s²)

hf = kerugian *head* (m)

v = kecepatan rata-rata didalam pipa (m/s)

C = koefisien pipa (tabel)

D = diameter dalam pipa (m)

L = Panjang pipa keseluruhan (m)

Tabel 2. 1. Koefisien pipa

No	Jenis Pipa	Koefisien (C)
1	Pipa besi cor baru	130
2	Pipa besi cor tua	100
3	Pipa baja baru	120-130
4	Pipa baja tua	80-100
5	Pipa galvanis	130
6	Pipa dengan lapisan semen	140
7	Pipa PVC	150

b) *Minor Losses*

Kerugian akibat adanya beberapa aksesoris pada sambungan pipa dan pompa air menyebabkan terjadinya separasi. Berikut contoh minor losses:

a. Kerugian pada belokan (elbow)

Untuk menghitung kerugian pada belokan (elbow) dengan menggunakan rumus

$$Hf = f \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots(2.13)$$

$$f = 0,131 \cdot 1,847 \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^{3,5} \frac{\theta^{0,5}}{90}$$

Dimana:

f = koefisien kerugian

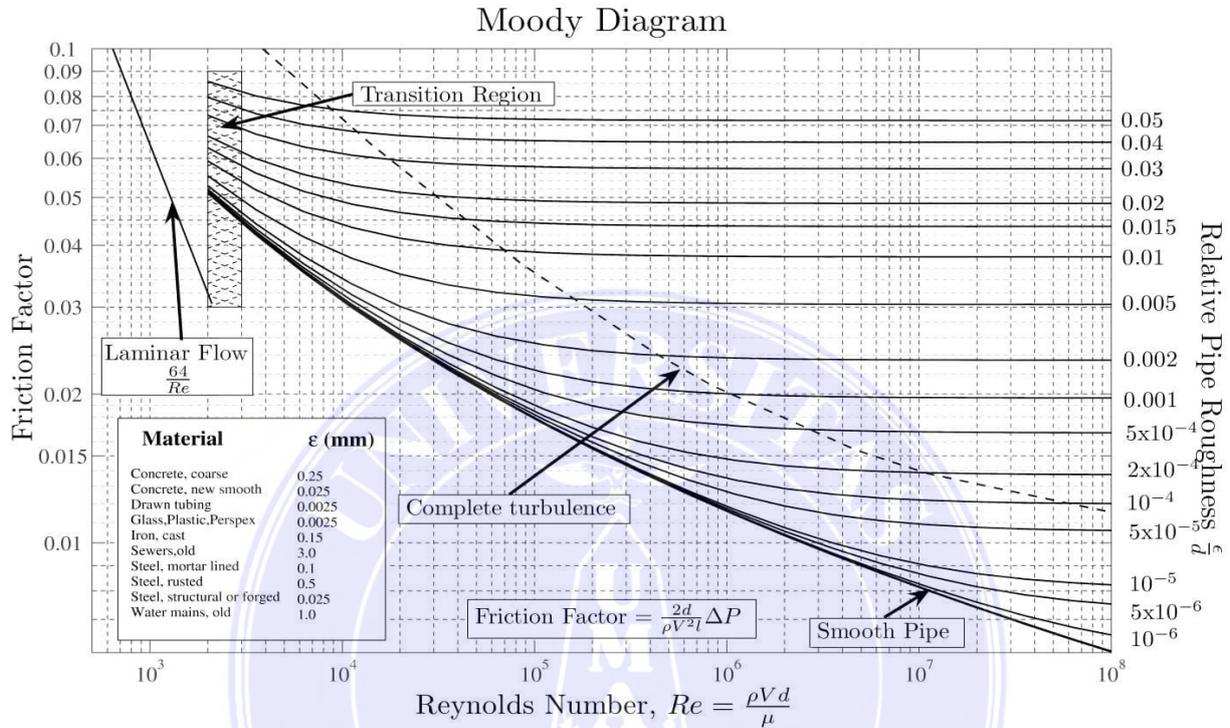
θ = sudut belokan (derajat)

D = diameter dalam pipa (m)

L = Panjang pipa keseluruhan (m)

b. Kerugian gesekan pada pipa pvc

Head kerugian adalah untuk mengatasi kerugian-kerugian pada pipa terdiri dari kerugian gesek di dalam pipa. Pada gambar 2.6 menjelaskan tentang diagram *moody* untuk mencari koefisien gesekan pada pipa.



Gambar 2. 6. Diagram *Moody*

Untuk aliran *turbulent* dan *laminer* menggunakan rumus yang berbeda yaitu:

Aliran *turbulent*: $Re = \frac{V \times D}{\nu}$ (2.14)

Dimana:

Re : bilangan *reynold*

V : kecepatan aliran pada fluida (m/s)

ν : viskositas kinematika air (m²/s)

D : diameter dalam pada pipa (m)

Aliran *laminer*: $f = \frac{64}{Re}$

Dimana: f = kerugian gesek

Re = bilangan *reynold*

c. Kerugian pada hisapan

Menghitung kerugian pada pipa hisap menggunakan saringan yaitu dengan persamaan ini, dengan menentukan kerugian saringan dahulu:

$$H_f = f \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots(2.15)$$

Tabel 2. 2. Koefisien Katub

No	Jenis Katup	Koefisien
1	<i>Global valve</i>	10
2	<i>Check valve</i>	2,5
3	<i>Gate valve</i>	0,19
4	Katup hisap	1,97
5	<i>Standart tee</i>	1,8

2.3. Kavitasi pompa

Kavitasi adalah kejadian menguapnya fluida yang sedang mengalir karena adanya tekanan yang bekurang sampai dibawah tekanan pada uap jenuhnya. Air pada tekanan 1 atm akan mendidih dan akan menjadi uap jenuh pada temperatur 100 derajat celcius. Namun jika tekanan lebih rendah, maka air menguap pada suhu lebih rendah. Jika tekanan isap rendah maka, air pada suhu kamarr dapat menguap.

Kavitasi dapat menyebabkan pompa tidak bekerja secara efisien, fenomena ini yang harus segera dihindari dalam pengoprasian mesin pompa yaitu kavitasi. Fenomena ini terjadi apabila terdapat fraksi uap yang masuk ke dalam pompa membentuk gelembung udara yang terbawa ke daerah yang bertekanan lebih tinggi lalu pecah. Kavitasi menimbulkan pelepasan suatu logam, getaran, kebisingan, melemahnya aliran, dan tidak efisiennya pompa.

Wijianto dan Marwan Effendy (2010,11) mengungkapkan bahwa fenomena kavitasi terjadi didalam *impeller* pada pompa sentrifugal menyebabkan kerusakan mekanis yang terjadi pada lubang, disebut dengan erosi kavitasi. Kerusakan terjadi pada sudu atau casing, pompa sentrifugal juga akan mengalami penurunan tekanan, kapasitas dan efisiennya. Apabila kerusakan ini berlangsung lama sudu akan mengalami kerusakan permanen

1. Pengaruh kavitasi

- a) Berkurangnya kapasitas pompa
- b) Berkurangnya head (*pressure*)
- c) Terbentuknya gelembung udara pada area tekanan rendah
- d) Suara bising saat pompa berjalan
- e) Kerusakan pada sudu *impeller* atau casing

2. Pencegahan kavitasi

- a) Kecepatan aliran masuk *impeller* sedikit lebih besar dari sisi isap
- b) Letak pompa terhadap fluida dihisap lebih rendah atau lebih dekat
- c) Usahakan pipa isap lebih pendek dan lebih besar dari pipa buang

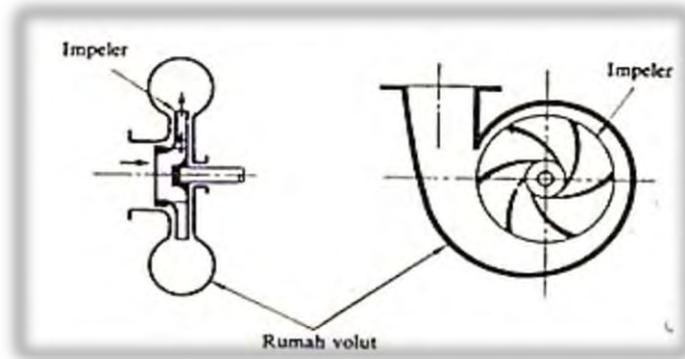
2.4. Klasifikasi Pompa Sentrifugal

2.4.1. klasifikasi pompa jenis aliran

Pompa sentrifugal mempunyai kontruksi sedemikian rupa hingga aliran fluida yang keluar dari *impeller* akan melalui sebuah bidang tegak lurus poros. Impeler dipasang pada ujung poros dan ujung lainnya dipasang kopleng agar meneruskan daya dari penggerak (motor). Pompa sentrifugal diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Pompa aliran radial

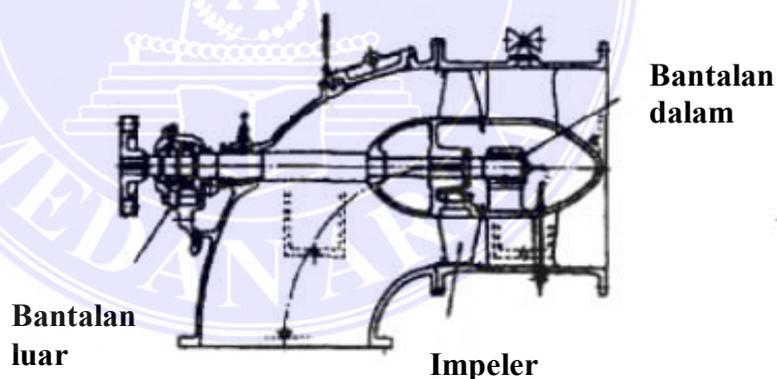
Pompa aliran ini adalah pompa yang aliran fluidanya saat keluar dari impeller tegak lurus dengan mengikuti poros pompa tersebut. (Gambar 2.7)



Gambar 2. 7. Pompa aliran radial

2. Pompa aliran aksial

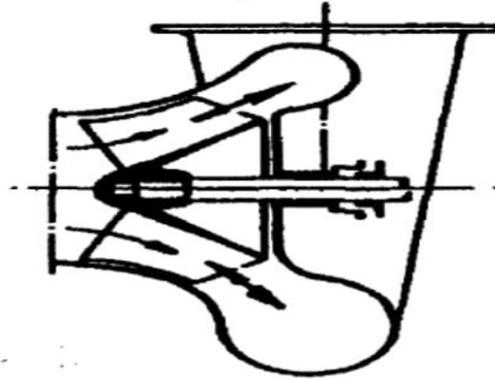
Pompa aliran aksial ini merupakan pompa yang arah alirannya saat fluida keluar dari *impeller* bergerak dipermukaan pada silinder dan searah dengan poros pompanya. (Gambar 2.8)



Gambar 2. 8. Pompa alira aksial horizontal

3. Pompa aliran campur

Impeller akan bergerak disepanjang permukaan yang kerucit sehingga kecepatannya akan berarah radial dan aksial. pada ujung porosnya dimana *impeller* bersarang dan pada ujung yang lain terdapat kopling. (Gambar 2.9)



Gambar 2. 9. Pompa aliran campuran

2.4.2. klasifikasi menurut jenis *impeller*

1. *impeller* jenis tertutup

Impeller tertutup merupakan *impeller* yang sudunya ditutup oleh dua buah dinding baik didepan dan dibelakang sudu, pompa ini cocok untuk fluida dengan kotoran sedikit sekali.

2. *Impeller* jenis setengah terbuka

Impeller jenis ini terbuka dibagian depan namun tertutup pada bagian belakangnya. Pompa ini digunakan untuk fluida sedikit kotor *Impeller* jenis terbuka *Impeller* ini terbuka dibagian depan maupun belakangnya. Pompa ini digunakan pada fluida yang mengandung kotoran cukup tinggi (Gambar 2.10)



Gambar 2. 10. Bentuk *impeller* pompa

2.4.3. Klasifikasi menurut bentuk rumah

1. Pompa *volut*

Pompa ini merupakan pompa yang bentuk rumahnya seperti rumah keong dengan tujuan mengubah kinetik menjadi tekanan.

2. Pompa *difusser*

Pompa ini yang menggunakan difuser sebagai pengganti rumah keong.

3. Pompa *vortex* (campur)

Pompa ini merupakan pompa yang menggunakan *impeller* jenis campur dan sebuah rumah *volut*.

2.4.4. Klasifikasi menurut sisi masuk *impeller*

1. Pompa isapan tunggal

Pompa isapan tunggal ini adalah pompa hanya menggunakan satu sisi sebagai isapan, akibatnya timbul gaya aksial ke arah sisi isap pompa karena fluida masuk pada satu sisi *impeller* saja.

2. pompa isapan ganda

Pompa isapan ganda ini menggunakan dua sisi sebagai tempat isapan, sehingga gaya aksial yang timbul dapat dinetralkan karena pompa memasukan fluida dari dua sisi, sehingga gaya aksial saling meniadakan.

2.4.5. Klasifikasi menurut jumlah tingkat

1. pompa satu tingkat

Pompa satu tingkat hanya mempunyai satu sisi *impeller* saja, sehingga head total yang dihasilkan relatif rendah.

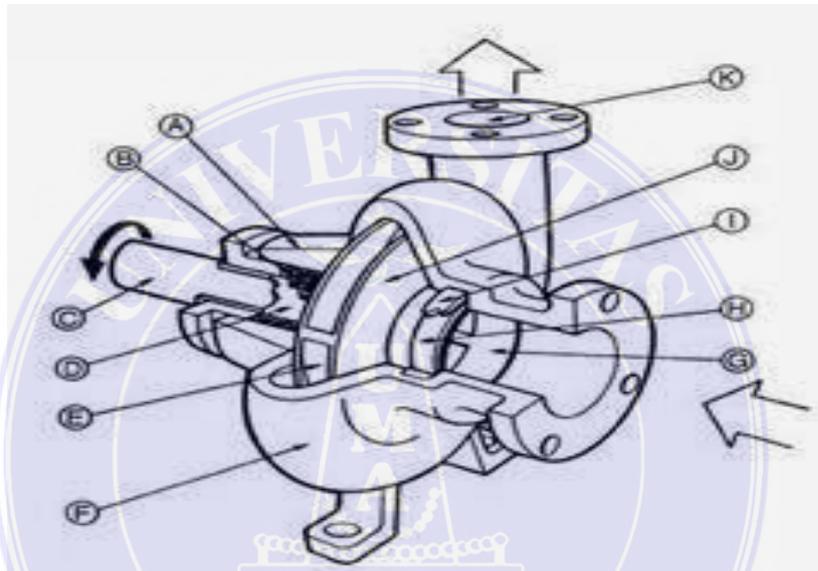
2. pompa banyak tingkat

Pompa bertingkat ini memiliki beberapa *impeller* yang telah disusun secara sejajar pada satu poros saja, sehingga fluida yang keluar dari *impeller*

satu akan masuk ke *impeller* dua dan *impeller* akhir, sehingga total *head* yang dihasilkan relatif tinggi merupakan penjumlahan *head* total masing-masing *impeller*.

2.5. Bagian Utama Pompa sentrifugal

Secara umum bagian utama pada pompa sentrifugal ditunjukkan pada Gambar 2.11, sebagai berikut:



Gambar 2. 11. Komponen pompa sentrifugal

Penjelasan pada Gambar 2.11:

- | | |
|------------------------|---------------------------------|
| a) <i>Stuffing box</i> | g. <i>Eye of impeller</i> |
| b) <i>Packing</i> | h. <i>Impeller Wearing Ring</i> |
| c) <i>Shaft</i> | i. <i>Cassing Wearing Ring</i> |
| d) <i>sleeve</i> | j. <i>Impeller</i> |
| e) <i>Vane</i> | k. <i>Discharge Nozzle</i> |
| f) <i>Casing Pompa</i> | |

A. *Stuffing box*

Berfungsi untuk mencegah adanya kebocoran fluida pada poros pompa menembus *casing*. Dan juga mencegah adanya kebocoran udara masuk.

B. *Packing*

Terletak pada *stuffing box*, mencegah adanya kebocoran pada saat dipompakan.

C. *Shaft*

Berfungsi untuk meneruskan momen puntir pada penggerak selama pompa beroperasi, dan sebagai tempat dudukan impeller pompa.

D. *Shaft Sleeve*

Berfungsi untuk melindungi dan mencegah poros dari korosi, erosi, dan keausan pada *stuffing box*.

E. *Vane*

Merupakan sudu dari impeller, yang berfungsi sebagai tempat berjalannya fluida pada impeller.

F. *Casing*

Bagian terluar, yang berfungsi sebagai pelindung bagian yang berputar dan juga tempat mengubahnya kecepatan fluida menjadi tekanan.

G. *Eye of impeller*

Merupakan saluran masuk fluida pada sisi *impeller*.

H. *Impeller Wearing Ring*

Berfungsi mencegah adanya kebocoran dan memperkecil kavitasi dari sisi *discharge* ke sisi *suction*, dipasang pada *impeller*.

I. *Casing Wearing Ring*

Dipasang pada *wearing ring*, tidak berputar dan memperkecil celah

J. *Impeller*

Komponen utama pada pompa berfungsi mengubah energi mekanis ke kecepatan cairan dan menambah energi dengan gaya sentrifugal.

K. *Discharge Nozzle*

Merupakan tempat keluarnya/ saluran fluida pada pompa.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat dan Penelitian

3.1.1 Tempat

Penelitian ini akan dilakukan di kolam renang PT. Interzona Prima. jalan lizardi putra, kompleks Setia Budi Vista(*Club House*). Tempat ini penulis pilih karena cukup banyak fenomena yang terjadi untuk menunjang kebutuhan pemenuhan dalam penelitian. Ukuran kolam renang tersebut adalah Panjang 10 meter, Lebar 7 meter dan kedalaman 1,2 meter dengan volume 84m³.

3.1.2 Waktu

Analisis ini penulis mulai sejak judul tugas akhir telah disetujui kedua pembimbing penulis. Waktunya dilakukan dan digunakan untuk beberapa persiapan penyusunan tugas akhir ini dilihat pada tabel 3.1. sebagai berikut.

Tabel 3. 1. Jadwal Penelitian

Aktifitas	Bulan						
	April 2022	Mei 2022	Sep – Des 2022	Jan – Feb 2023	Mei 2023	Juni- Juli 2023	Agustus 2023
Pengajuan Judul							
Penulisan Proposal							
Seminar Proposal							
Proses Penelitian							
Pengolahan Data							
Penyelesaian							
Laporan							
Seminar Hasil							
Evaluasi dan							
Persiapan Sidang							
Sidang Sarjana							

3.1.3. Perencanaan Penelitian

Untuk mendapatkan data penelitian, penulis menggunakan metode deskriptif. Karena metode ini serasi untuk digunakan pengambilan data secara efektif, dan juga akan menggambarkan masalah yang terjadi pada lokasi penelitian. Jumlah parameternya akan dibatasi sehingga banyak menghemat biaya dan juga waktu pelaksanaan.

Pada saat proses berputarnya mesin pompa sentrifugal dilakukan pengamatan untuk melihat perubahan *performance* terutama pada tekanan, akibat pengaruh yang terjadi pada putaran yang akan direncanakan dengan tiga variasi head. Penelitian ini dilakukan menggunakan beberapa alat uji coba yang dirancang penulis sehingga dapat digunakan melakukan beberapa percobaan penelitian tentang variasi pompa sentrifugal dan digunakan untuk mencari data-data yang efektif dalam penelitian ini, bisa kita lihat di lampiran sketsa penelitian ini menggunakan *Head* 1,2 Meter.

3.2 Bahan dan Alat

1. Pompa sentrifugal

Pompa yang akan digunakan adalah pompa sentrifugal dengan arah radial dengan jenis *impeller single stage* (berjenis tertutup). dengan beberapa isapan dengan *type silen 50, (made in spain)*. Seperti ditunjukkan pada Gambar 3.1



Gambar 3. 1. Pompa Sentrifugal

Tabel 3. 2. Spesifikasi Pompa sentrifugal

No	Komponen	Spesifikasi
1	<i>Merk</i>	Espa
2	<i>Tipe</i>	SILEN 50
3	<i>Jenis Impeller</i>	<i>Single stage</i>
4	Kapasitas	$4.144 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$
5	Daya hisap maksimum	5 m
6	Tinggi aliran	14.5 m
7	Putaran	1300 RPM
8	Daya keluaran	550 <i>Watt</i>
9	Tegangan	450 <i>Volt</i>
10	Maksimal <i>flowrate</i>	$14.7 \text{ m}^3/\text{s}$

2. Pipa 50 mm

Pipa adalah alat/wadah untuk mengalirkan air, yang biasa digunakan untuk instalasi air dalam rumah dan gedung perkantoran. Pipa yang akan digunakan penulis dalam penelitian adalah pipa berjenis pvc dengan ukuran *outlet Ø50 mm*

dan *inlet* \varnothing 50 mm. Gambar 3.2. adalah pipa yang akan digunakan penulis dalam penelitian.



Gambar 3. 2. Pipa PVC

3. Elbow

Elbow berfungsi sebagai sambungan pembelok pipa, apabila ada sambungan aliran air yang berbelok. Elbow yang digunakan penulis adalah elbow dengan ukuran 50 mm dengan sudut 90° . Gambar 3.3. merupakan elbow yang digunakan penulis dalam penelitian.



Gambar 3. 3. Elbow 90°

4. Lem pipa

Lem pipa berfungsi sebagai alat perekat antara sambungan pipa dengan elbow ataupun dengan sambungan yang lain, agar tidak mudah terlepas ketika digunakan. Gambar 3.4. merupakan lem yang digunakan penulis dalam penelitian.



Gambar 3. 4. Lem Pipa

5. Saringan (*foot valve*)

Saringan berfungsi sebagai alat penyaring pompa sentrifugal agar kotoran yang tercampur pada fluida tidak masuk ke ruang *impeller*, dan air masih pada pipa apabila mesin dimatikan.

6. *Tachometer*

Tachometer berfungsi mengukur putaran (rpm) pada poros pompa sentrifugal dengan menempelkan pada poros pompa ketika pompa dihidupkan.

Tachometer yang digunakan pada penelitian ini adalah *Tachometer digital*, seperti

Gambar 3.5.



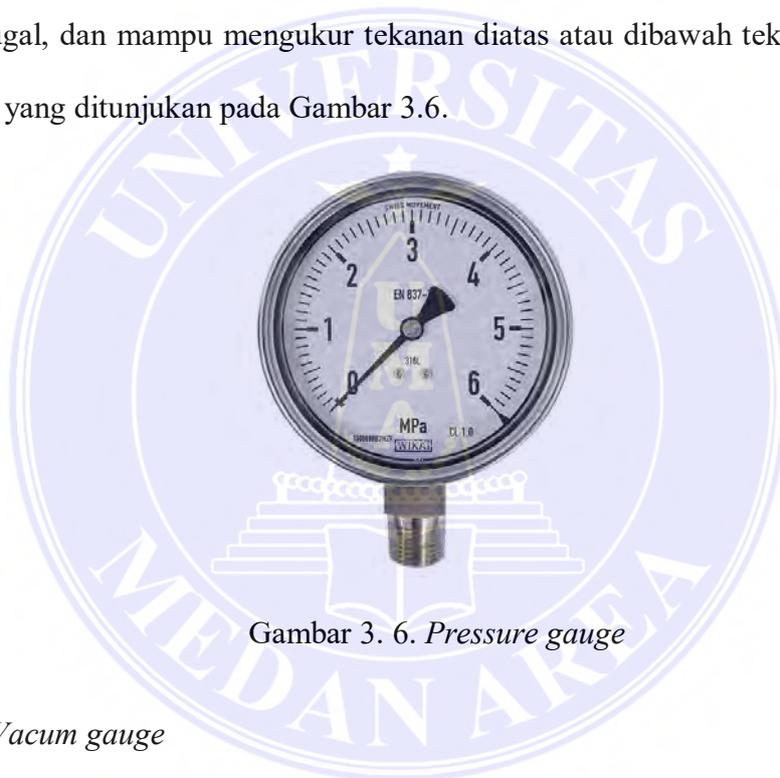
Gambar 3. 5. *Tachometer Digital*

7. *Flowmeter*

Flowmeter digunakan untuk menghitung banyaknya aliran air/*flowrate* (kapasitas) yang mampu dipindahkan oleh pompa sentrifugal dalam satuan volume per satuan waktu, disebut juga dengan: Galon Per Menit (GPM) dan Liter per Menit (LPM).

8. *Pressure Gauge*

Pressure Gauge berfungsi untuk mengukur tekanan yang dihasilkan pompa sentrifugal, dan mampu mengukur tekanan diatas atau dibawah tekanan atmosfer, Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.6.



Gambar 3. 6. *Pressure gauge*

9. *Vacum gauge*

Vacum gauge berfungsi untuk mengukur tekanan yang dihasilkan pompa sentrifugal tetapi *vacum gauge* hanya bisa mengukur dibawah tekanan atmosfer dan dipasang pada pipa *suction* (hisap), Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.7.



Gambar 3. 7. *Vacum gauge*

Selain alat ukur, ada beberapa peralatan yang digunakan penelitian ini yaitu tanki air tempat untuk menampung air. Tanki tersebut memiliki kapasitas atau daya tampung ± 1000 Liter dengan tinggi sekitar 1,3 meter yang diletakan pada ujung pipa keluar pompa. Terdapat juga ukuran pada tanki air tersebut untuk memudahkan menghitung volume air yang keluar dari pompa tersebut dan berfungsi menjaga kestabilan volume air yang akan ada pada tanki penampungan air.

3.3 Metode Penelitian

Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif atau survey deskriptif, metode ini digunakan oleh penulis karena cocok dengan adanya beberapa fenomena yang terjadi dalam penelitian, metode yang dipakai dalam penelitian ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

3.3.1 Sistematika Penelitian

Sistematika penelitian ini adalah analisis pengaruh variasi *head* pompa sentrifugal adalah sebagai berikut:

- a) Studi Literatur.
- b) Observasi dilapangan untuk mendapatkan data-data yang diperlukan dalam penelitian pada pompa sentrifugal.
- c) Melakukan perhitungan variasi *head* dan menentukan pipa yang tepat untuk pompa tersebut.
- d) Menganalisa hasil penelitian dan menentukan pompa yang tepat untuk kolam renang tersebut agar lebih efisien.
- e) Menentukan kesimpulan

3.3.2 Parameter perhitungan

Parameter dalam penelitian ini akan dihitung dan dianalisis variasi pompa sentrifugal adalah sebagai berikut:

- a. Menghitung debit air yang dihasilkan oleh pompa (V) dalam rentang waktu 60 detik (m^3/s)
- b. Menghitung gaya sentrifugal (F)
- c. Menghitung torsi yang dihasilkan (T)
- d. Menghitung daya yang dihasilkan poros (P_{in})
- e. Menghitung debit (Q) dan daya yang dibutuhkan pompa (P_{out})
- f. Menghitung besar efisiensi pada pompa (η)
- g. Menghitung kecepatan spesifik (n_q)
- h. Menghitung debit air yang masuk dalam pipa *inlet* (Q^1)
- i. Menghitung kecepatan air yang masuk dalam pipa *ouput* (c_0).

3.4 Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah keseluruhan pompa sentrifugal dan beberapa perhitungan-perhitungan yang akan penulis batasi, hanya bagian dari

variasi head ketinggian. Sampel yang penulis akan gunakan dikumpulkan dengan cara mengumpulkan beberapa data yang didapat dilapangan dan dari jurnal-jurnal penelitian dan perhitungan variasi *head* ketinggian, yaitu sebagai berikut:

3.4.1 Data primer

Pengumpulan data primer yang penulis lakukan dengan cara melihat, mengamati dan juga mengukur beberapa parameter yang diutamakan dengan cara mencatat dan mengulangi beberapa percobaan agar data maksimal.

3.4.2 Data sekunder

Data sekunder adalah data penunjang untuk melakukan penelitian ini, yang diperoleh penulis dari beberapa jurnal penelitian tentang pompa sentrifugal tentunya dengan beberapa variasi dan kapasitas pompa sentrifugal yang berbeda.

3.4.3 Analisis data

Analisis data setelah melakukan beberapa percobaan penelitian yang difokuskan kepada perhitungan terhadap beberapa parameter tersebut:

- a) Tekanan pada pompa
- b) Efisiensi pompa sentrifugal
- c) Menentukan Variasi pompa yang tepat

Setelah semua perhitungan dan percobaan dilaksanakan selanjutnya penulis menganalisis menggunakan metode deskriptif dan menarik beberapa kesimpulan. Dapat dilihat pada tabel 3.3. Populasi dan Sampel penelitian.

Tabel 3. 3. Populasi dan Sampel

Tekanan (kPa)	Head (m)	Efisiensi (%)
350	0.8	-
350	1	-
350	1.2	-

3.5 Prosedur Kerja

Langkah-langkah prosedur pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

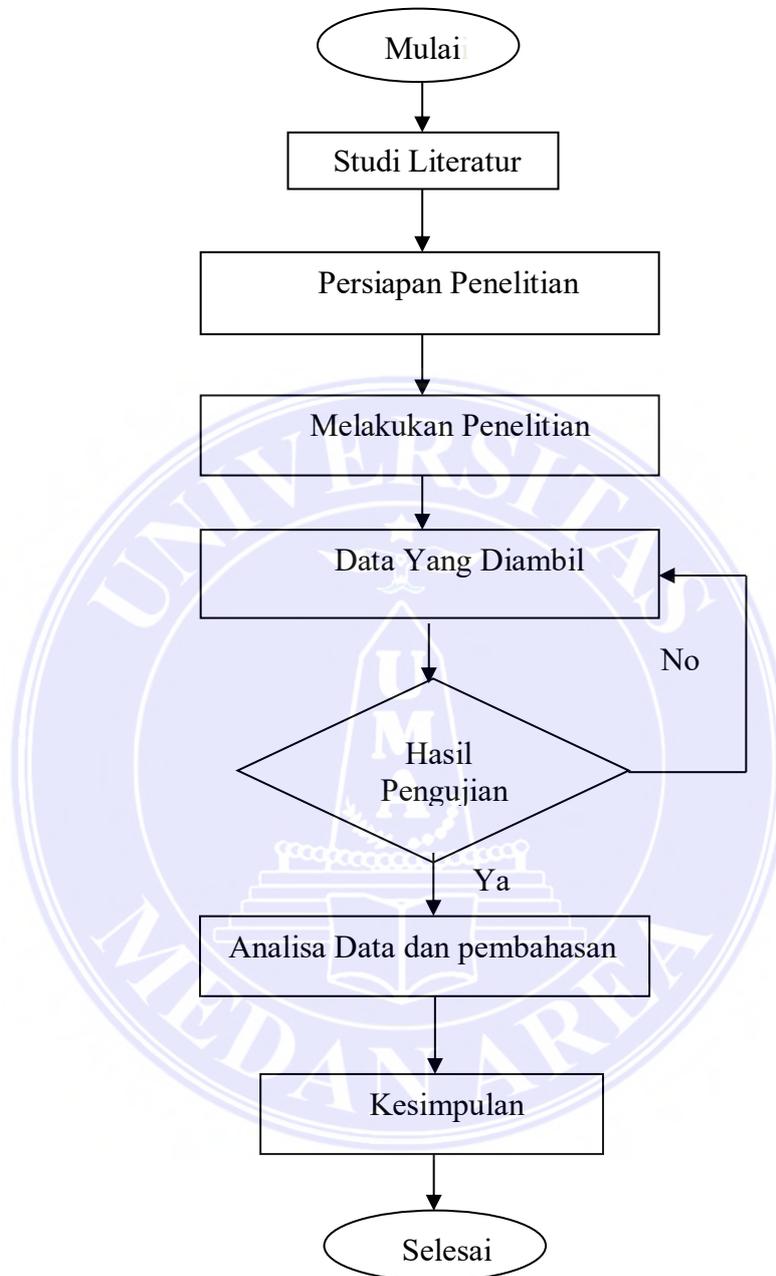
- a) Menyediakan pompa sentrifugal akan digunakan didalam penelitian ini dan sudah disambungkan ke pipa *inlet* dan *outlett* dengan diameter 48 mm atau disebut pipa 50 mm.
- b) Menyeting pompa sentrifugal dengan beberapa *head* yaitu 0,8 m , 1 m dan 1,2 m
- c) Memancing dan mengisi tabung kontrol hingga penuh pada pompa sentrifugal agar tidak terjadi kavitasi.
- d) Menghidupkan pipa sentrifugal
- e) Setelah pompa hidup dan putaran mesin stabil, penulis langsung mengukur rpm pada pompa sentrifugal dengan alat ukur tachometer dengan beberapa percobaan.
- f) Setelah itu penulis menghitung volume air yang keluar dari pompa dengan waktu 180 detik, dilakukan berulang dan dicari rata-rata volume yang dihasilkan.
- g) Mengamati dan menghitung besaran putaran (Rpm) dan juga poros penggerak pompa sentrifugal
- h) Menghitung debit air yang dihasilkan pompa sentrifugal
- i) Menghitung torsi pada pompa sentrifugal
- j) Menghitung daya *input* pada pompa sentrifugal untuk menentukan besarnya daya yang dibutuhkan

- k) Menghitung daya *output* pada pompa sentrifugal untuk menentukan besar daya pada *output*
- l) Menghitung berapa besar efisiensi pada pompa sentrifugal
- m) Mengumpulkan dan menganalisis data-data yang telah dikumpulkan untuk mencari kesimpulannya.



3.5.1 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir pelaksanaan penelitian tugas akhir penulis sebagai berikut:



Gambar 3.10. Diagram Alir Penelitian

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

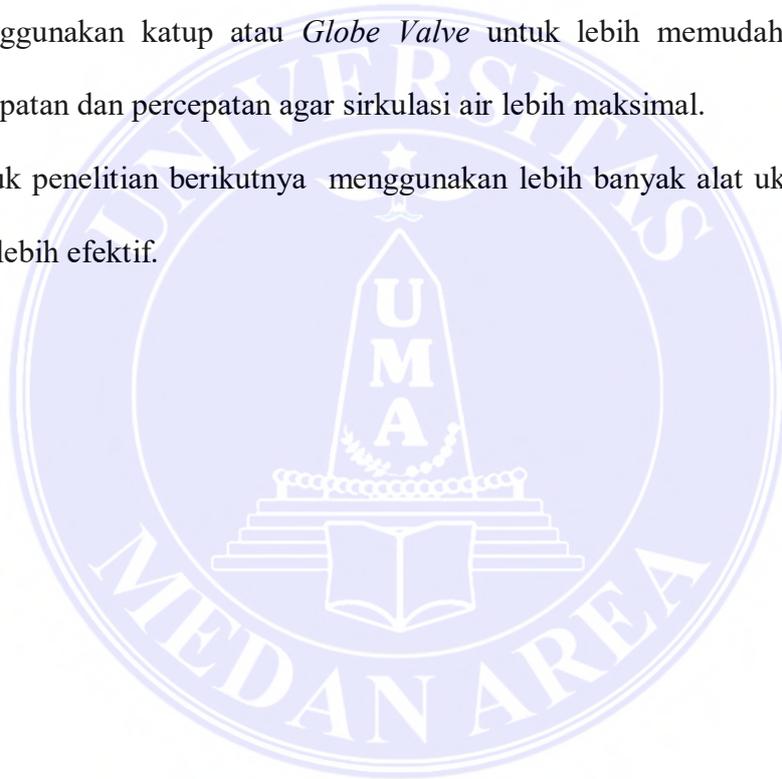
Berdasarkan hasil dan pembahasan pada penelitian ini, maka penulis dapat membuat simpulan sebagai berikut:

1. *Pressure drop* yang terjadi disebabkan oleh beberapa factor yang mempengaruhi tekanannya, yaitu terjadinya kavitasi yang disebabkan masuknya udara pada katup isap akibat adanya kebocoran, dan ada juga kurang rapatnya pengeleman pada sambungan pipa yang mengakibatkan *pressure drop* tersebut.
2. Pada Variasi di ketinggian 1,2 Meter menghasilkan efisiensi cukup tinggi dan dapat memangkas waktu pada saat sirkulasi sekitar 30 – 50 Menit. Sebelum divariasikan membutuhkan waktu 5 jam untuk sirkulasi obat kolam renang ketika sudah divariasikan hanya membutuhkan waktu 4 jam.
3. Kapasitas dan jenis *impeller* pompa yang sesuai digunakan pada kolam renang tersebut adalah pompa dengan kapasitas debit air diatas $6.667 \times 10^{-6} \text{m}^3$ dan *head* tingginya diatas 20m sedangkan pompa yang digunakan kapasitasnya hanya $4.144 \times 10^{-6} \text{m}^3$ dan tinggi *head*nya 15m

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian ini penulis dapat memberi saran pada Pt interzona dan lainnya sebagai berikut:

1. Memilih pompa yang sesuai dengan yang dibutuhkan untuk sirkulasi kolam renang ini dengan *head* total (tinggi aliran) diatas 20 Meter. Atau menambah 1 pompa sentrifugal dengan kapasitas 8 atau 10 Meter untuk rangkaian seri atau parallel.
2. Menggunakan katup atau *Globe Valve* untuk lebih memudahkan mengatur kecepatan dan percepatan agar sirkulasi air lebih maksimal.
3. Untuk penelitian berikutnya menggunakan lebih banyak alat ukur agar sesuai dan lebih efektif.



DAFTAR PUSTAKA

- Sularso, Tahara. (2006). *Pompa & Kompresor*. Jakarta: PT.Pradnya Paramitha
- Mahmudi, Ali. (2013). *Pompa dan kompresor*. Bandung: Politeknik Negri Bandung.
- Putro, Wahyu Djalmono. 2010. *Pengujian Kinerja Pompa Sentrifugal Menggunakan Kontrol Inverter*. Vol.13,No.1,21-23. Semarang: Semesta Teknika.
- Wahyudi, Djoko. "Perbandingan head dan kapasitas pompa sentrifugal tunggal dan seri" *Jurnal pompa sentrifugal, Jurusan Teknik mesin, Universitas Panca Marga*. Vol. 9 No.1 2019.
- Harahap, Sorimuda dan Fakhruddin, Muhammad Iqbal. "Perancangan pompa sentrifugal untuk water treatment plant kapasitas 0.25M³/s pada kawasan industri karawang". *Jurusan Teknik Mesin, Universitas Pancasila*.2018.
- Rahmawati, Ana Silfiani dan Erina, Richie. "Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan uji anova dua jalur".*jurnal pendidikan fisika, Jurusan Pendidikan Fisika,Universitas Flores*.Vol. 4(1).2020.
- Jalaludin, Akmal, Saiful dan Ishak, Nasrul."Analisa profil aliran fluida cair dan pressure drop pada pipa L menggunakan metode simulasi computational fluid dynamic". *Jurnal teknologi kimia, Universitas Malikussaleh*. Vol.8 No.53-72.2019.
- Kusumaningsih, Haslinda, dkk." Analisa pressure drop dan pola aliran dua fase (air-udara) pada pipa horizontal melalui orifice". *Jurnal teknik mesin, Jurusan Teknik Mesin. Universitas Brawijaya*.Vol.4 No.2 2018.
- Dietzel, F.D. 1992. "Turbin, Pompa dan Kompresor", terjemahan Ir.Dakso Sriyono.Jakarta: PT. Erlangga. 2006.
- Wijianto, Effendy Marwan . *Aplikasi Response Getaran untuk Menganalisis Fenomena Kavitasi pada Instalasi Pompa Sentrifugal*. *Jurnal Penelitian Sains & Teknologi. Universitas Sepuluh November*. Vol.11 No. 2 2010
- Putro, Eko Prasetyo, dkk. *Analisis Head Pompa Sentrifugal pada Rangkaian Seri dan Paralel*. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*. Vol,21 No.2, Juli 2020: 46-56.
- Hariady, Sofwan. *Analisa Kerusakan Pompa Sentrifugal 53-101C WTU Sungai Gerong PT.Pertamina RU III Plaju*. *Jurnal Desimasi Teknologi, Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang*. Vol,2 No. 1, Januari 2014.
- Dwi Krisnanto Prasojjo , YB. (2009). *Pompa sentrifugal 4 output dengan variasi head dan diameter pompa sentrifugal*.Yogyakarta:Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.

TABLE A.1 SI units [101 kPa (abs)]

Temperature (°C)	Specific Weight γ (kN/m ³)	Density ρ (kg/m ³)	Dynamic Viscosity η (Pa·s)	Kinematic Viscosity ν (m ² /s)
0	9.81	1000	1.75×10^{-3}	1.75×10^{-6}
5	9.81	1000	1.52×10^{-3}	1.52×10^{-6}
10	9.81	1000	1.30×10^{-3}	1.30×10^{-6}
15	9.81	1000	1.15×10^{-3}	1.15×10^{-6}
20	9.79	998	1.02×10^{-3}	1.02×10^{-6}
25	9.78	997	8.91×10^{-4}	8.94×10^{-7}
30	9.77	996	8.00×10^{-4}	8.03×10^{-7}
35	9.75	994	7.18×10^{-4}	7.22×10^{-7}
40	9.73	992	6.51×10^{-4}	6.56×10^{-7}
45	9.71	990	5.94×10^{-4}	6.00×10^{-7}
50	9.69	988	5.41×10^{-4}	5.48×10^{-7}
55	9.67	986	4.98×10^{-4}	5.05×10^{-7}
60	9.65	984	4.60×10^{-4}	4.67×10^{-7}
65	9.62	981	4.31×10^{-4}	4.39×10^{-7}
70	9.59	978	4.02×10^{-4}	4.11×10^{-7}
75	9.56	975	3.73×10^{-4}	3.83×10^{-7}
80	9.53	971	3.50×10^{-4}	3.60×10^{-7}
85	9.50	968	3.30×10^{-4}	3.41×10^{-7}
90	9.47	965	3.11×10^{-4}	3.22×10^{-7}
95	9.44	962	2.92×10^{-4}	3.04×10^{-7}
100	9.40	958	2.82×10^{-4}	2.94×10^{-7}

Lampiran 1. Tabel *Viscosity*