

**UNJUK KERJA POMPA HIDRAM LINIER 3 INCI DENGAN  
VARIASI MODEL KATUP BUANG**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin

Program Studi Teknik Mesin



Oleh :

MUHAMMAD AGUS MUSLIH

NIM : 185214088

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS SANATA DHARMA

YOGYAKARTA

2023

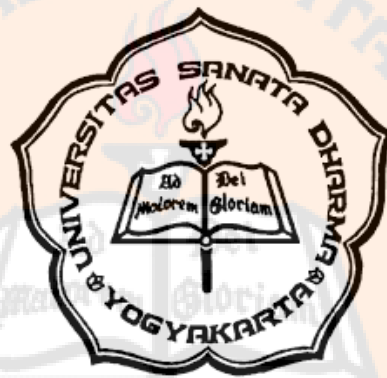
**UNJUK KERJA POMPA HIDRAM LINIER 3 INCI DENGAN  
VARIASI MODEL KATUP BUANG**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin

Program Studi Teknik Mesin



Oleh :

MUHAMMAD AGUS MUSLIH

NIM : 185214088

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS SANATA DHARMA

YOGYAKARTA

2023

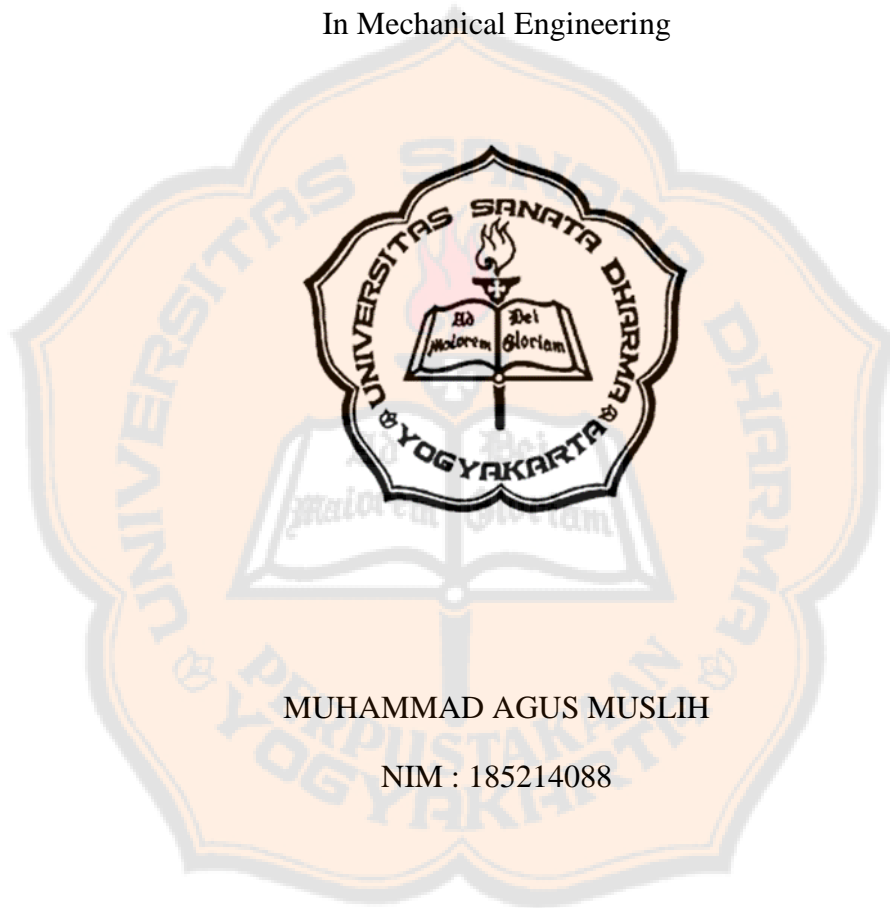
**PERFORMANCE OF 3 INCH LINEAR HYDRAULIC RAM  
PUMP WITH VARIATION OF EXHAUST VALVE MODELS**

**THESIS**

Submitted To Fulfill One of The Requirements

to Obtain *Sarjana Teknik*

In Mechanical Engineering



MUHAMMAD AGUS MUSLIH

NIM : 185214088

MECHANICAL ENGINEERING STUDY PROGRAM

FACULTY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

SANATA DHARMA UNIVERSITY

YOGYAKARTA

2023

**LEMBAR PERSETUJUAN**

Proposal skripsi dengan judul:

**UNJUK KERJA POMPA HIDRAM LINIER 3 INCI DENGAN  
VARIASI MODEL KATUP BUANG**

Disusun oleh:

Muhammad Agus Muslih

NIM: 185214088

Telah disetujui dan disahkan di Universitas Sanata Dharma Yogyakarta  
31 Januari 2023

Mengetahui,  
Dosen Pembimbing,



Dr. Ir. Yohanes Baptista Lukiyanto, M.T.

## UNJUK KERJA POMPA HIDRAM LINIER 3 INCI DENGAN VARIASI MODEL KATUP BUANG

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama: Muhammad Agus Muslih

NIM: 185214088

Telah dipertahankan dihadapan Dewan Penguji

Pada tanggal 31 Januari 2023

### Susunan Dewan Penguji

	Nama Lengkap	Tanda Tangan
Ketua	: Ir. P.k. Purwadi, M.T.	
Sekretaris	: Ir. Rines, M.T.	
Anggota	: Dr. Ir. Yohanes Baptista Lukiyanto, M.T.	


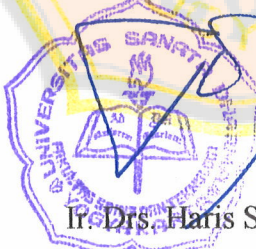
Tugas akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk  
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Yogyakarta, 31 Januari 2023

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Sanata Dharma

Dekan,

Ir. Drs. Haris Sriwindono, M.Kom, Ph.D.

**PERNYATAAN KEASLIAN KARYA**

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenar- benarnya bahwa skripsi dengan judul :

**UNJUK KERJA POMPA HIDRAM LINIER 3 INCI DENGAN VARIASI MODEL KATUP BUANG**

Skripsi ini disusun untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta. Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang saya tulis ini tidak memuat karya atau bagian karya orang lain, kecuali yang telah disebutkan dalam kutipan dan daftar pustaka dengan mengikuti ketentuan sebagaimana layaknya karya ilmiah.

Yogyakarta, 31 Januari 2023



Muhammad Agus Muslih

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH  
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK**

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya mahasiswa Universitas Sanata Dharma  
Yogyakarta :

Nama : Muhammad Agus Muslih

NIM : 185214088

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya memberikan kepada Perpustakaan  
Universitas Sanata Dharma Yogyakarta karya ilmiah saya yang berjudul :

**UNJUK KERJA POMPA HIDRAM LINIER 3 INCI DENGAN  
VARIASI MODEL KATUP BUANG**

Dengan demikian saya memberikan kepada Perpustakaan Universitas Sanata  
Dharma hak untuk menyimpan, mengalihkan dalam bentuk media lain,  
mengelolanya dalam bentuk pangkalan data, mendistribusikan secara terbatas, dan  
mempublikasikanya di Internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa  
perlu meminta ijin dari saya maupun memberikan royalti kepada saya selama tetap  
mencantumkan nama saya sebagai penulis.

Yogyakarta, 31 Januari 2023

Yang menyatakan



Muhammad Agus Muslih

## INTISARI

Air merupakan hal yang tidak dapat terpisahkan dari kehidupan manusia, selain untuk pengembangan fisiologis makhluk hidup. Air juga menjadi input bagi beragam kegiatan makhluk hidup dalam rangka menghasilkan sesuatu untuk kelangsungan hidupnya. Pada masyarakat yang bertempat tinggal jauh dari jangkauan sumber energi listrik terdapat kendala untuk memindahkan air dari tempat rendah ke tempat yang lebih tinggi, maka dari itu perlu digunakan sebuah peralatan untuk membantu dalam penyediaan air. Pompa hidram merupakan salah satu alternatif yang memiliki keunggulan ekonomis dan efektifitas, pompa ini cocok digunakan pada wilayah yang mempunyai ketinggian areal diatas sumber air yang sulit dijangkau menggunakan aliran secara gravitasi. Pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pangaruh ketinggian input, ketinggian output, dan variasi katub buang terhadap efisiensi pompa hidram.

Pada penelitian ini digunakan pompa hidram berukuran 3 inci berbahan pipa PVC, menggunakan variasi ketinggian input 0,6 m, 0,8 m dan, 1 m, ketinggian outputnya 3,5 m, 4,5 m, dan 5,5 m, dan menggunakan variasi katub buang yang berbeda yaitu katub buang tee drat 2 inci, sambungan tee 2 inci dan linier.

Pada penelitian ini, ketinggian input sangat mempengaruhi efisiensi pompa hidram. Dari penelitian ini didapatkan nilai efisiensi tertinggi pada penelitian menggunakan katup buang linier dengan ketinggian input 0,6 m, ketinggian output 3,5 m menghasilkan debit output 4,9 liter/menit, debit limbah sebesar 33,5 liter/menit dan menghasilkan efisiensi sebesar 74,43%. Variasi katub buang yang berbeda mempengaruhi debit hasil pemompaan, debit paling banyak dihasilkan oleh hidram linier 3 inci dengan menggunakan variasi katup buang linier pada input 1 m dan output 3,5 m menghasilkan debit output 7 liter per menit. Penggunaan katub buang paling efisien didapatkan ketika penelitian menggunakan katup buang linier, pada penelitian menggunakan ketinggian output yang berbeda-beda, katup linier tetap mendapatkan hasil efisiensi paling besar. Pada ketinggian input 0,6 ketinggian output 3,5 m didapatkah hasil efisiensi sebesar 74,43%, pada ketinggian output 4,5 m, dan 5,5 m, didapatkan efisiensi sebesar 70,90%, dan 70,86%.

**Kata kunci :** pompa hidram linier, katub buang, tinggi input, tinggi output



### ***ABSTRACT***

Water is something that cannot be separated from human life, in addition to the physiological development of living things. Water is also an input for various activities of living things in order to produce something for their survival. In people who live far from the reach of sources of electrical energy there are obstacles to moving water from low places to higher places, therefore it is necessary to use equipment to assist in water supply. Hydrum pump is an alternative that has economical and effective advantages, this pump is suitable for use in areas that have an area height above water sources that are difficult to reach using gravity flow. This research was conducted to determine the effect of input height, output height, and exhaust valve variations on the efficiency of the hydrum pump.

In this study, a 3-inch hydrum pump made of PVC pipe was used, using variations in input heights of 0.6 m, 0.8 m and 1 m, output heights of 3.5 m, 4.5 m and 5.5 m, and using different exhaust valve variations, namely 2-inch tee thread exhaust valves, 2-inch tee joints and linear.

In this study, the input height greatly affects the efficiency of the hydrum pump. From this study, the highest efficiency value was obtained in the study using a linear exhaust valve with an input height of 0.6 m, an output height of 3.5 m resulting in an output discharge of 4.9 liters/minute, a waste discharge of 33.5 liters/minute and produced an efficiency of 74.43%. Different exhaust valve variations affect the resulting pumping discharge, the most discharge is generated by a 3-inch linear hydrum using a linear exhaust valve variation at 1 m input and 3.5 m output producing an output discharge of 7 liters per minute. The most efficient use of exhaust valves was obtained when research used linear exhaust valves, in studies using different output heights, linear valves still obtained the greatest efficiency results. At an input height of 0.6, an output height of 3.5 m is obtained for an efficiency of 74.43%, at an output height of 4.5 m and 5.5 m, an efficiency of 70.90% and 70.86% is obtained.

**Keywords :** *linear hydrum pump, exhaust valve, input height, output height*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas bimbingan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi untuk mencapai gelar Sarjana S-1 pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.

Dalam menyusun skripsi ini penulis mendapat banyak bantuan, bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Ir. Drs. Haris Sriwindono, M.Kom., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma.
2. Ir. Budi Setyahandana M.T. selaku ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Sanata Dharma.
3. Ir. Doddy Purwadianto S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
4. Dr. Ir. Yohanes Baptista Lukiyanto, M.T. selaku Dosen Pembimbing Skripsi.
5. Seluruh dosen, staf dan karyawan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma atas dukungan, dukungan serta fasilitas yang diberikan selama masa kuliah.
6. Mesrini dan Ikhsan selaku orang tua saya yang telah mendukung saya sepenuh hati lewat doa maupun finansial sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini hingga selesai.
7. Yosafat Gilardio Pudjiarsono dan Ista Rifaldi Putra selaku teman satu kelompok yang membantu dalam perancangan, pembuatan dan pengambilan data serta penyusunan skripsi ini.
8. Jumadi, Muhammad Saiful Fuad, Anwar sodik, Yuli, Alm Giyarti Dwi Lestari selaku kakak dan adik saya yang telah memberikan doa dan dukungannya sehingga saya bisa menyelesaikan skripsi ini.

9. Chatarina ibunda dari Laurensia Regitta Maharani yang selalu mendukung dan memberikan doa kepada saya sehingga dapat mengerjakan skripsi hingga selesai dengan lancar.
10. Lewi Ganda Adi Anggoro Putro, Mayang Virda Rati, Albertus Naturally Baskoro, Reza Alexandro, Anggit, Indarwin, Sovan Aviv Ismail selaku teman kos yang telah mendukung saya dan membantu pengambilan data sampai selesai.
11. Nur fakhozi, Muhammad Rofiul Hakim, Mahasinul Anwar, selaku teman-teman saya dirumah yang selalu memberikan saya dukungan dan doanya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi dengan lancar.
12. Seluruh teman-teman Teknik Mesin khususnya Teknik Mesin angkatan 2018 dan teman-teman lainnya yang tidak bisa disebutkan satu per satu.
13. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis hanyabisa mengucapkan terima kasih.

Dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan, kekliruan dan kurang dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi kemajuan yang akan datang. Akhir kata semoga skripsi ini memberi dan menambah informasi yang bermanfaat bagi kita semua.

Yogyakarta, 30 Januari 2023

Penulis



Muhammad Agus Muslih

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
<i>TITLE PAGE</i> .....	<i>ii</i>
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
SUSUNAN DEWAN PENGUJI.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	v
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
INTISARI.....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	<i>viii</i>
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
1.5. Batasan Masalah.....	4
BAB II LANDASAN TEORI .....	5

2.1.	Tinjauan Pustaka .....	5
2.2.	Dasar Teori .....	7
2.3.	Bagian Utama Pompa Hidram.....	8
2.4.	Prinsip Kerja Dan Siklus Kerja Pompa Hidram .....	9
2.5.	Persamaan Yang Digunakan.....	13
2.5.1.	Debit.....	13
2.5.2.	Efisiensi.....	13
2.5.3.	Kecepatan aliran pada suatu titik .....	14
2.5.4.	Tekanan hidrostatik pada fluida .....	14
2.5.5.	Energi potensial.....	15
2.5.6.	Momentum.....	15
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>		<b>16</b>
3.1.	Alat penelitian .....	16
3.2.	Tahap persiapan dan susunan alat .....	17
3.3.	Variabel penelitian .....	20
3.4.	Variasi katup buang .....	22
3.5.	Menentukan tinggi input (H) dan tinggi output (h).....	26
3.6.	Diagram flow chart.....	27
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>28</b>
4.1.	Hasil Penelitian.....	28
4.2.	Perhitungan Efisiensi.....	29

4.3. Pembahasan .....	32
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	41
5.1. Kesimpulan.....	41
5.2. Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA .....	43
LAMPIRAN.....	44



**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1 Bagian-bagian utama pompa hidram..... 8

Gambar 2.2 Skema pompa hidram pada kondisi 1 (Mohammed, 2007) ..... 10

Gambar 2.3 Skema pompa hidram pada kondisi 2 (Mohammed, 2007) ..... 10

Gambar 2.4 Skema pompa hidram pada kondisi 3 (mohammed, 2007)..... 11

Gambar 2.5 Skema pompa hidram pada kondisi 4 (Mohammed, 2007) ..... 11

Gambar 2.6 Diagram satu siklus kerja pompa hidram ..... 12

Gambar 2.7 H adalah ketinggian Input dan h adalah ketinggian Output ..... 14

Gambar 3.1 pompa air ..... 17

Gambar 3.2 Bak tampungan input ..... 18

Gambar 3.3 Pipa saluran input ..... 18

Gambar 3.4 Pompa hidram linier 3 inci ..... 19

Gambar 3.5 Selang saluran output ..... 19

Gambar 3.6 Bak tampungan air limbah ..... 20

Gambar 3.7 Ketinggian input (Florentinus, 2019) ..... 21

Gambar 3.8 Katup buang menggunakan tee drat ..... 23

Gambar 3.9 Hidram 3 inci menggunakan katup tee drat ..... 23

Gambar 3.10 Katup buang menggunakan sambungan tee 2 inci ..... 24

Gambar 3.11 Hidram 3 inci menggunakan katup buang sambungan tee 2 inci.... 24

Gambar 3.12 katup buang model ketiga ..... 25

Gambar 3.13 Hidram linier menggunakan katup model ketiga ..... 25

Gambar 3.14 Ketinggian input (H) dan output (h) (florentinus, 2019)..... 26

Gambar 3.15 Diagram flow chart.....	27
Gambar 4.1 Grafik hubungan tinggi output dan tinggi input terhadap efisiensi pompa hidram linier 3 inci menggunakan katup buang linier. ....	32
Gambar 4.2 Grafik hubungan tinggi output dan tinggi input terhadap efisiensi pompa hidram linier 3 inci menggunakan katup buang tee drat. ....	33
Gambar 4.3 Grafik hubungan tinggi output dan tinggi input terhadap efisiensi pompa hidram linier 3 inci menggunakan katup buang tee 2in. ....	33
Gambar 4.4 Grafik hubungan tinggi input dan output terhadap debit yang dihasilkan pompa hidram linier 3 inci menggunakan katup buang linier .....	34
Gambar 4.5 Grafik hubungan tinggi input dan output terhadap debit yang dihasilkan pompa hidram linier 3 inci menggunakan katup buang tee drat. ....	35
Gambar 4.6 Grafik hubungan tinggi input dan output terhadap debit yang dihasilkan pompa hidram linier 3 inci menggunakan katup buang tee 2in. ....	35
Gambar 4.7 Grafik hubungan jenis katup buang dan tinggi output terhadap efisiensi pompa hidram linier pada tinggi input 0,6 m.....	37
Gambar 4.8 Grafik hubungan jenis katup buang dan tinggi output terhadap efisiensi pompa hidram linier pada tinggi input 0,8 m.....	37
Gambar 4.9 Grafik hubungan jenis katup buang dan tinggi output terhadap efisiensi pompa hidram linier pada tinggi input 1 m.....	38
Gambar 4.10 Grafik hubungan jenis katup buang, tinggi input dan tinggi output terhadap frekuensi ketukan katup limbah .....	39
Gambar L 1.1 Variasi katub buang tee 2 in .....	44
Gambar L 1.2 Variasi katub buang tee drat .....	44



Gambar L 1.3 Variasi katub buang linier..... 45

Gambar L 1.4 Pengaplikasian pompa hidram linier 3 inci..... 45

Gambar L 1.5 Pompa hidram linier 3 inci ..... 46

Gambar L 1.6 Bak aluminium air limbah ..... 46



**DAFTAR TABEL**

Tabel 4.1 Data hasil pengukuran menggunakan ketinggian Input 0,6 m..... 28

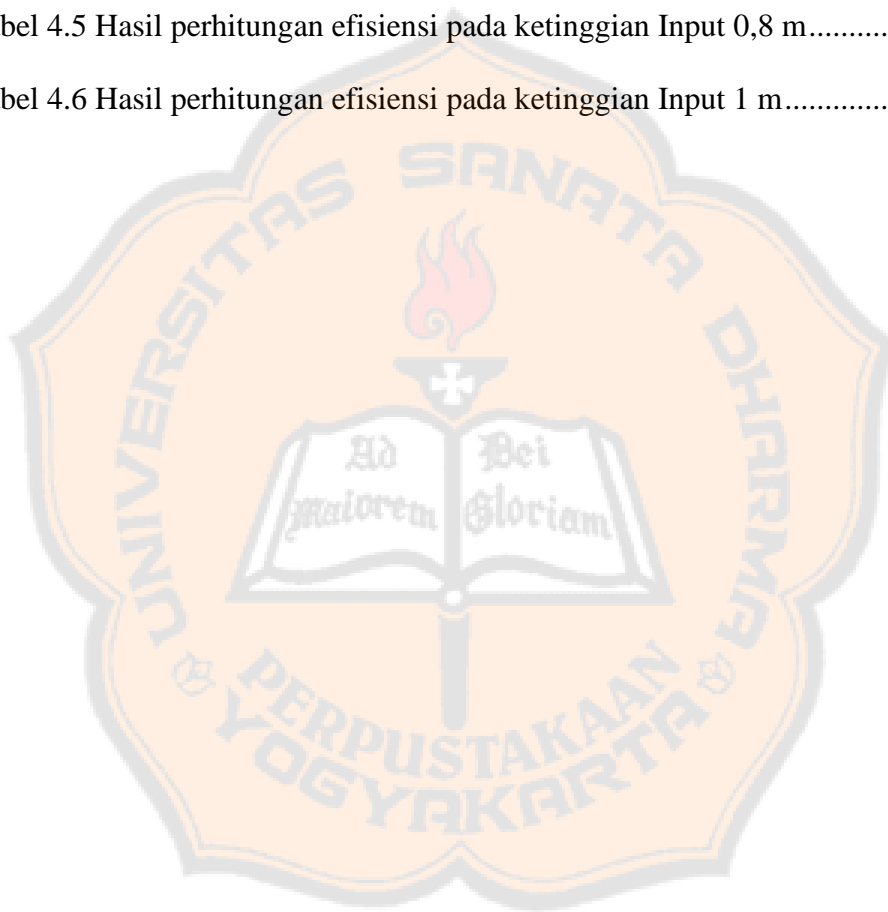
Tabel 4.2 Data hasil pengukuran menggunakan ketinggian Input 0,8 m..... 29

Tabel 4.3 Data hasil pengukuran menggunakan ketinggian Input 1 m..... 29

Tabel 4.4 Hasil perhitungan efisiensi pada ketinggian Input 0,6 m..... 31

Tabel 4.5 Hasil perhitungan efisiensi pada ketinggian Input 0,8 m..... 31

Tabel 4.6 Hasil perhitungan efisiensi pada ketinggian Input 1 m..... 31



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang**

Air merupakan hal yang tidak dapat terpisahkan dari kehidupan manusia. Selain untuk pengembangan fisiologis makhluk hidup, air juga menjadi input bagi beragam upaya atau kegiatan makhluk hidup dalam rangka menghasilkan sesuatu untuk kelangsungan hidupnya. Pada masyarakat yang bertempat tinggal jauh dari jangkauan sumber energi listrik terdapat kendala untuk memindahkan air dari tempat rendah ke tempat yang lebih tinggi, maka dari itu perlu digunakan sebuah peralatan untuk membantu dalam penyediaan air.

Pompa adalah peralatan mekanis untuk mengubah energi mekanik dari mesin penggerak pompa menjadi energi tekan fluida yang dapat membantu memindahkan fluida ke tempat yang lebih tinggi elevasinya. Pompa juga dapat digunakan untuk memindahkan fluida ke tempat dengan tekanan yang lebih tinggi atau memindahkan fluida ke tempat lain dengan jarak tertentu, tinggi rendahnya tekanan juga berpengaruh saat fluida memasuki sistem perpipaan dan mengatasi kerugian gesek yang terjadi (Volk, 1996). Pengambilan air dengan pompa listrik dan diesel dinilai kurang ekonomis karena masih menggunakan energi listrik untuk menggerakkan pompa tersebut. Selain itu, penggunaan energi listrik membutuhkan biaya yang cukup tinggi untuk membeli bahan bakar, kondisi tersebut menghambat masyarakat yang tidak mampu dalam ekonomi untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari.

Berdasarkan permasalahan itu dibutuhkan sebuah pompa alternatif yang tidak membutuhkan energi listrik untuk menggerakkan pompa tersebut. Ada beberapa yang penggunaannya tidak membutuhkan energi luar untuk menggerakkan pompa tersebut, salah satunya adalah pompa hidram. Pompa hidram merupakan salah satu alternatif yang memiliki keunggulan ekonomis dan efektifitas, pompa ini cocok digunakan pada wilayah yang mempunyai ketinggian diatas sumber air yang sulit dijangkau menggunakan aliran secara gravitasi.

Pompa hidram bekerja berdasarkan gaya air itu sendiri akibat perbedaan ketinggian antara pompa air dan sumber air. Pompa hidram bekerja berdasarkan prinsip palu air yaitu perubahan momentum massa fluida sebagai dampak dari penghentian aliran fluida secara tiba-tiba, dan akan meningkatkan tekanan secara tiba-tiba (Suarda dan Wirawan, 2008).

Pompa hidram linier merupakan pompa yang dapat bekerja pada elevasi rendah dan juga pada kondisi terendam dan tidak membutuhkan bahan bakar untuk menggerakannya (listrik atau bensin). Penelitian mengenai performa pompa hidram masih jarang dilakukan. Maka dari itu perlu dilakukan penelitian terhadap performa pompa hidram linier untuk penerapannya menggunakan beberapa jenis katup buang untuk menghasilkan nilai efisiensi yang terbaik.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah penelitian ini adalah

1. Bagaimanakah pengaruh variasi ketinggian input terhadap efisiensi pompa hidram linier 3 inci?

2. Bagaimanakah pengaruh variasi katup buang terhadap debit yang dihasilkan pompa hidram linier 3 inci?
3. Bagaimanakah pengaruh variasi bentuk katup buang terhadap efisiensi pompa hidram linier 3 inci?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini ditujukan untuk.

1. Mengetahui pengaruh variasi ketinggian input terhadap efisiensi pompa hidram linier 3 inci.
2. Mengetahui pengaruh variasi katup buang terhadap debit yang dihasilkan pompa hidram linier 3 inci.
3. Mengetahui pengaruh variasi bentuk katup buang yang berbeda-beda terhadap efisiensi pompa hidram linier 3 inci.

### **1.4. Manfaat Penelitian**

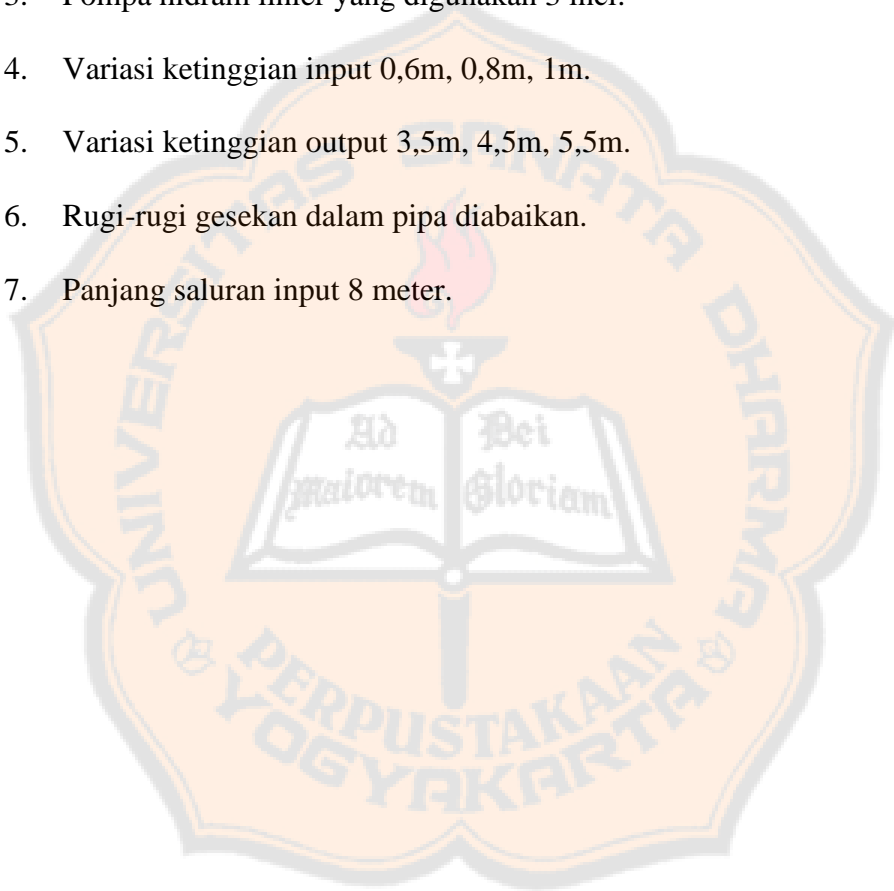
Manfaat dari penelitian ini adalah.

1. Untuk memperkaya pengetahuan tentang pompa terutama pompa hidram linier 3 inci.
2. Membuat mahasiswa berlatih membuat pompa hidram.
3. Agar mahasiswa dapat berfikir secara kritis dalam menyelesaikan segala persoalan yang dihadapi.
4. Mengetahui performa terbaik pompa hidram agar bisa diaplikasikan secara nyata.

### 1.5. Batasan Masalah

Oleh karena luasnya kemungkinan dalam penelitian tentang pompa hidram linier 3 inci, maka penelitian dibatasi dengan:

1. Fluida yang digunakan untuk penelitian ini adalah air.
2. Pengujian dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin USD.
3. Pompa hidram linier yang digunakan 3 inci.
4. Variasi ketinggian input 0,6m, 0,8m, 1m.
5. Variasi ketinggian output 3,5m, 4,5m, 5,5m.
6. Rugi-rugi gesekan dalam pipa diabaikan.
7. Panjang saluran input 8 meter.



## BAB II LANDASAN TEORI

### 2.1. Tinjauan Pustaka

Pompa hidram pertama kali dibuat oleh John Whitehurst seorang peneliti asal Inggris pada tahun 1772. Pompa hidram buatan Whitehurst masih berupa hidram manual dimana katup limbah masih digerakkan secara manual. Pompa ini pertama kali digunakan untuk menaikkan air sampai ketinggian 4,9 meter (16 kaki). Pada tahun 1783 Whitehurst memasang pompa sejenis ini di Irlandia untuk keperluan air bersih sehari-hari.

Pada tahun 1820, melalui Easton's Firma yang mengkhususkan usahanya di bidang air dan sistem drainase Josiah Easton mengembangkan hidram hingga menjadi usaha ram terbaik dalam penyediaan air bersih untuk keperluan rumah tangga, peternakan dan masyarakat desa. Pada tahun 1929 usaha Eastons ini dibeli oleh Green and Carter yang kemudian meneruskan manufaktur ram tersebut.

Silla, dkk (2014), melakukan penelitian tentang pengaruh diameter tabung udara dan jarak lubang pipa tekan dengan katup pengantar terhadap efisiensi pompa hidram 2 inchi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan variasi diameter tabung udara dan jarak lubang pipa tekan sangat mempengaruhi efisiensi dari pompa hidram. Terlihat bahwa pada penggunaan tabung udara dan jarak lubang pipa tekan memiliki masing-masing nilai efisiensi tertinggi dan terendah pada setiap kondisi, namun secara keseluruhan efisiensi tertinggi terjadi pada diameter tabung udara 2 inchi dengan jarak lubang pipa tekan 22,5 cm sebesar 35,30%

sedangkan efisiensi terendah 19,57% pada penggunaan tabung udara 2,5 inci pada jarak lubang pipa 25 cm.

Panjaitan (2012), melakukan rancang bangun pompa hidram dan pengujian pengaruh variasi tinggi tabung udara dan panjang pipa pemasukan terhadap unjuk kerja pompa hidram. Penelitian yang dilakukan menggunakan variasi tinggi tabung udara 40 cm dan 60 cm dengan diameter 6.35 cm dan variasi panjang pipa pemasukan 8 m, 10 m dan 12 m. Tinggi saluran suplai 2,3 m dan tinggi saluran tekan 8 m. Hasil penelitian menunjukkan kapasitas pompa maksimum sebesar 0,0000346666 liter/s. Efisiensi maksimum pompa hidram 29,55 % pada tinggi tabung 60 cm dan panjang pipa masuk 10 m.

Penelitian selanjutnya oleh Florentinus Rinto Musak (2019) menggunakan pipa pvc untuk badan pompa, selang output 5/8 inci, luas katup hantar 14,58%, slauran input menggunakan pipa pvc 2 inci, berat beban katup limbah 225 gram, bak aluminium yang sudah dimodifikasi untuk simulasi keterendaman 100% serta menggunakan ban dalam sepeda motor yang sudah dimodifikasi sebagai pegas dalam tabung udara, dengan variasi tidak terendam dan keterendaman 100%. Variasi ketinggian input 0,5m, 0,6m, 0,7m, 0,8m, 0,9m, 1m. Variasi ketinggian input 1,2m, 1,7m, dan 2,1m. Pada penelitian ini, keterendaman mempengaruhi debit output pompa hidram linier, dengan ketinggian input yang sama, ketinggian output yang sama. Pada keterendaman 0% menghasilkan debit 26,23 ml/s diperoleh pada ketinggian input 0,5 m, ketinggian output 1,2m. Pada keterendaman 100%, menghasilkan debit 25 ml/s. Keterendaman juga mempengaruhi efisiensi pompa hidram linier, dengan keterendaman 0% menghasilkan efisiensi 5,105% diperoleh



pada ketinggian input 0,5 m, ketinggian output 1,2m. Pada keterendaman 100% menghasilkan efisiensi 5,51%.

## 2.2. Dasar Teori

Pompa hidram atau singkatan dari *hydraulic ram* berasal dari kata hydro (air) dan ram (hantaman/ pukulan) sehingga dapat diartikan menjadi tekanan air. Berdasarkan definisi tersebut maka pompa hidram dapat diartikan sebagai sebuah pompa yang energi atau tenaga penggerakannya berasal dari tekanan atau hantaman air yang masuk ke dalam pompa melalui pipa (Fane dkk, 2012).

Pompa hidram adalah pompa yang bekerja tanpa menggunakan energi listrik namun dengan memanfaatkan energi dari aliran air untuk mengangkat sebagian air dari suatu sumber ke tempat penampungan air yang tempatnya lebih tinggi (Jenning 1996). Energi aliran air yang dimaksud adalah energi potensial dari ketinggian tertentu yang dikonversikan menjadi energi kinetik yang berupa kecepatan air kemudian dikuatkan dengan terjadinya efek palu air atau water hammer.

Pompa hidram adalah alat yang sederhana dan efektif digunakan pada kondisi yang sesuai dengan syarat-syarat yang diperlukan untuk operasinya. Dalam kerjanya alat ini memanfaatkan tekanan dinamik air yang ditimbulkan memungkinkan air mengalir dari yang rendah, ke tempat yang lebih tinggi.

Dalam operasinya, alat ini mempunyai keuntungan dibandingkan dengan jenis pompa lain, biaya operasinya murah, tidak memerlukan pelumasan, hanya mempunyai dua bagian yang bergerak sehingga memperkecil terjadinya keausan,

perawatannya sederhana dan dapat bekerja dengan efisien pada kondisi yang sesuai serta dapat dibuat dengan peralatan bengkel yang sederhana.

### 2.3. Bagian Utama Pompa Hidram

Gambar 2.1 adalah gambar bagian-bagian utama pompa hidram yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 2.1 Bagian-bagian utama pompa hidram

Pada pompa hidram terdapat 4 bagian utama, yaitu :

1. Rumah pompa

Fungsi rumah pompa adalah sebagai tempat terjadinya proses pemompaan, dimana dibagian ini juga terdapat dudukan agar pompa dapat berdiri tegak.

2. Katup buang

Katup ini berfungsi untuk memancing gerakan air yang berasal dari bak penampung, sehingga dapat menimbulkan aliran air yang bekerja sebagai

sumber tenaga pompa, katup buang tersusun dari plat dan terdapat pegas yang difungsikan agar katup dapat kembali membuka dengan normal ketika terkena tekanan air yang besar.

### 3. Tabung udara

Tabung udara berfungsi sebagai penerus dan pelipat ganda tenaga pemompaan sehingga air yang masuk di tabung udara dapat dipompa. Pada tabung udara ini terdapat ban dalam yang telah dimodifikasi yang digunakan sebagai pengganti lubang pernafasan pompa. Ban dalam tersebut bertekanan 4 psi.

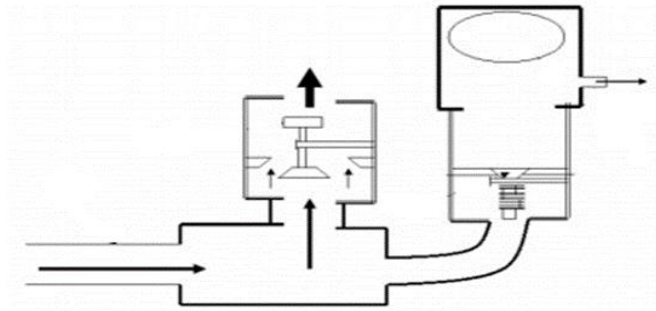
### 4. Katup hantar

Katup hantar adalah katup satu arah, dimana katup ini menghantarkan air dari rumah pompa ke tabung udara dan menahanya agar tidak kembali kerumah pompa.

## 2.4. Prinsip Kerja dan Siklus Kerja Pompa Hidram

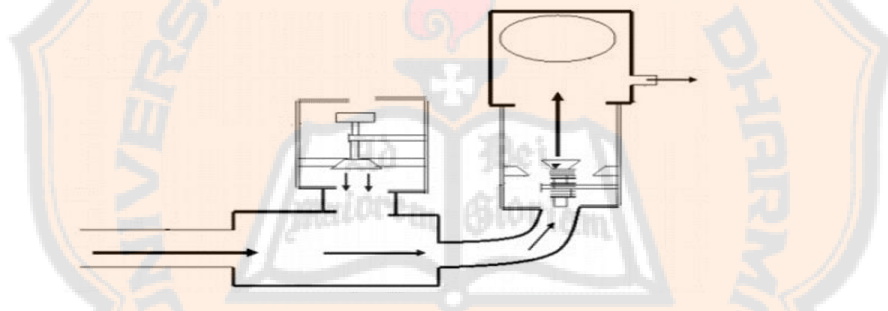
Prinsip kerja pompa hidram linier secara umum dapat dikatakan sama dengan pompa hidram biasa, karena siklus dan gejala fisika yang terjadi sama.

Katup buang terbuka dan air mulai mengalir melalui pipa masuk, memenuhi badan hidram dan keluar melalui katup buang. Posisi katup hantar masih tertutup, pada kondisi awal seperti ini, tidak ada tekanan dalam tabung udara dan belum ada air keluar melalui pipa output dapat dilihat pada Gambar 2.2.



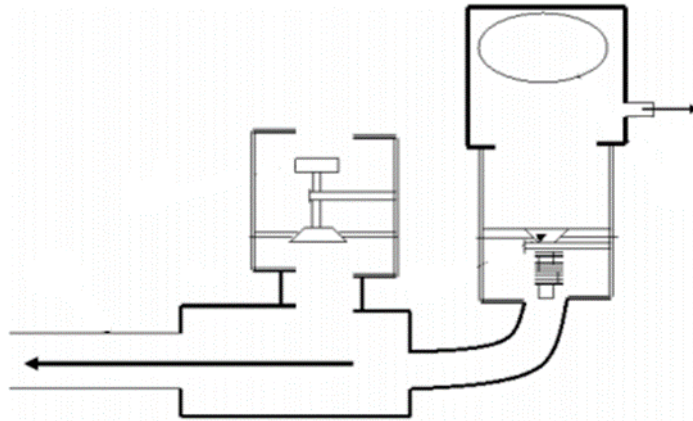
Gambar 2.2 Skema pompa hidram pada kondisi 1 (Mohammed, 2007)

Air telah memenuhi badan hidram, ketika kecepatan air telah mencapai nilai tertentu, katup buang mulai menutup. Pada pompa hidram yang baik, proses menutupnya terjadi katup buang terjadi sangat cepat dapat dilihat pada Gambar 2.3.



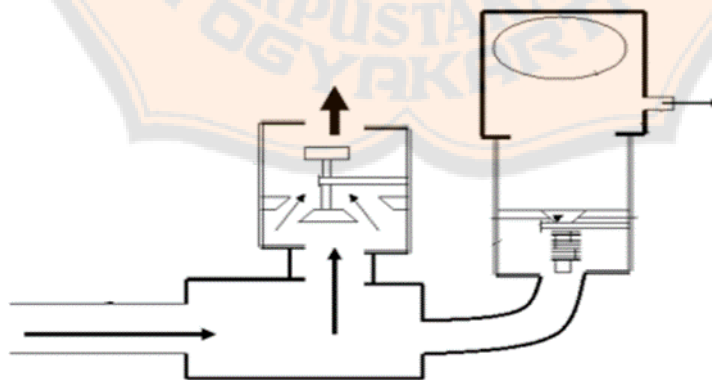
Gambar 2.3 Skema pompa hidram pada kondisi 2 (Mohammed, 2007)

Katup buang masih tetap tertutup. Penutupan katup yang secara tiba-tiba tersebut menciptakan tekanan yang sangat besar dan melebihi tekanan statis yang terjadi pada pipa masuk, kemudian dengan cepat katup hantar terbuka sehingga sebagian air terpompa masuk ke tabung udara. Udara yang ada pada tabung udara mulai mengembang untuk menyeimbangkan tekanan dan mendorong air keluar melalui pipa penyalur dapat dilihat pada Gambar 2.4.



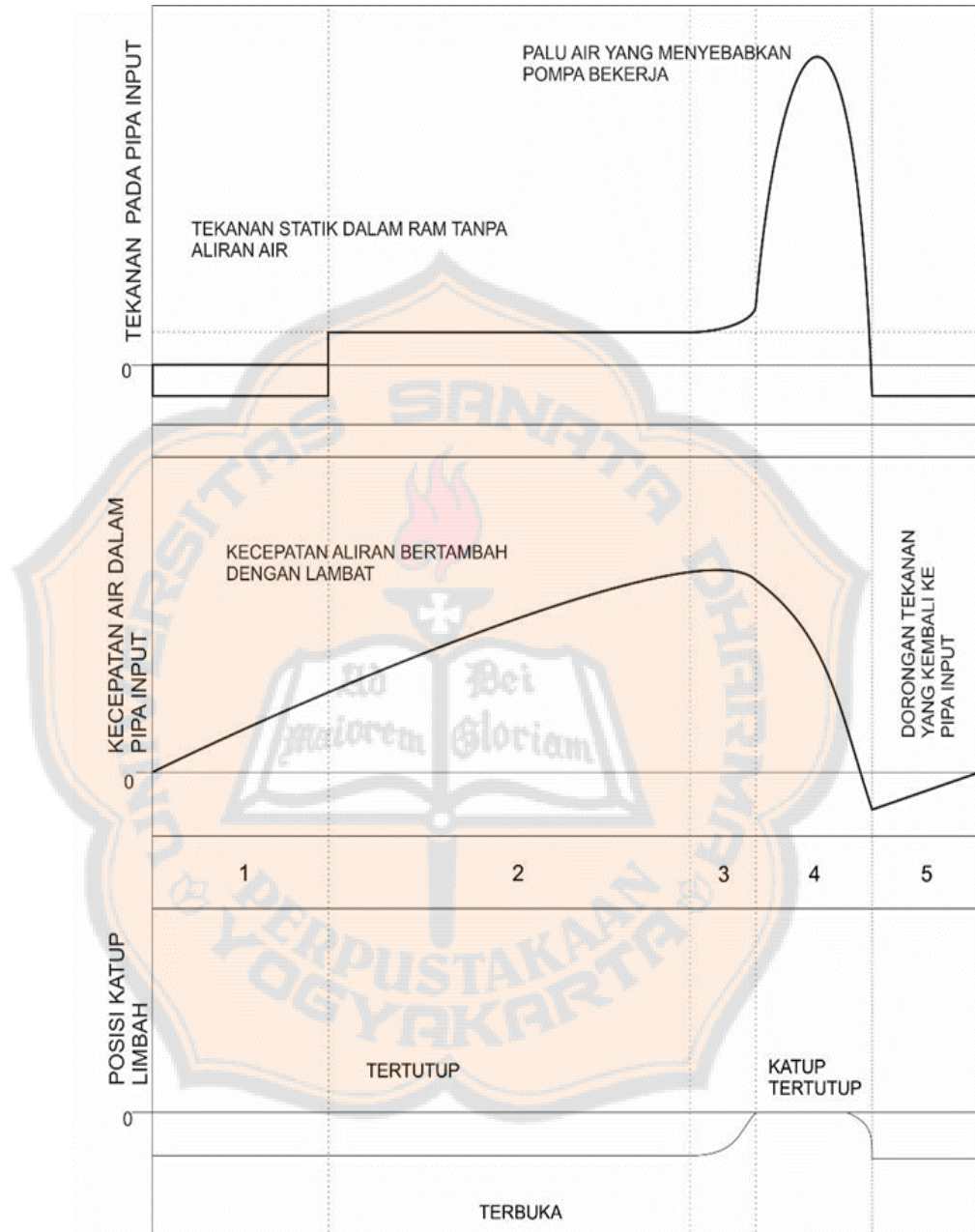
Gambar 2.4 Skema pompa hidram pada kondisi 3 (mohammed, 2007)

Katup pengantar tertutup dan tekanan di dekat katup hantar masih lebih besar dari pada tekanan statis di pipa masuk sehingga aliran berbalik arah dari badan hidram menuju sumber air. Peristiwa inilah yang disebut dengan recoil. Rekoil menyebabkan terjadinya kevakuman pada hidram yang mengakibatkan sejumlah udara dari luar masuk ke pompa. Tekanan di sisi bawah katup buang berkurang dan karena berat katup limbah itu sendiri, maka katup limbah kembali terbuka. Tekanan air pada pipa kembali ke tekanan statis sebelum siklus berikutnya terjadi dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Skema pompa hidram pada kondisi 4 (Mohammed, 2007)

Jika digambarkan dengan grafik, satu siklus hidram dapat dijelaskan melalui grafik pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Diagram satu siklus kerja pompa hidram

(Hanafie, 1979)

## 2.5. Persamaan Yang Digunakan

Dalam penelitian tentang pompa hidram linier 3 inci ini digunakan persamaan untuk menghitung dan mengolah data, persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut.

### 2.5.1. Debit

Debit diartikan sebagai volume air yang mengalir per satuan waktu melewati suatu penampang tertentu. Dalam per satuan waktu.

Dalam persamaan :

$$Q = \frac{V}{t} \quad (2.1)$$

dengan

$Q$  : debit air

$V$  : Volume air yang ditampung

$T$  : waktu

### 2.5.2. Efisiensi

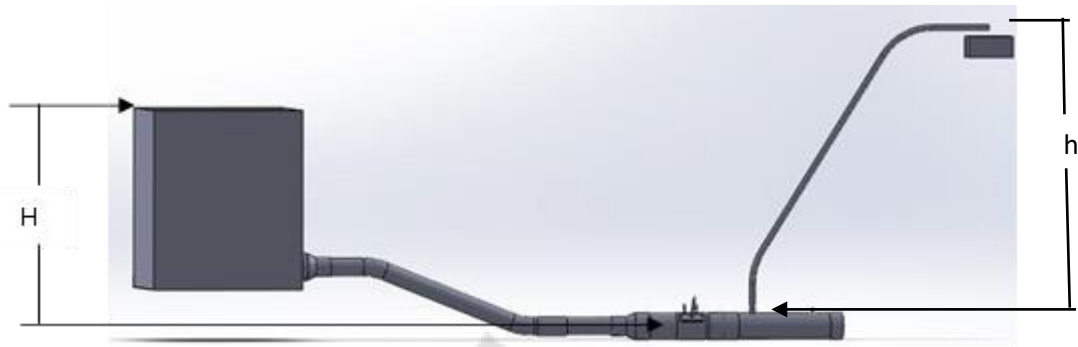
Dalam perhitungan efisiensi pompa hidram, metode yang digunakan yaitu:

Menurut D' Aubuisson (Sitepu, 2011):

$$\eta_A = \frac{q h}{(Q + q)H} \times 100\% \quad (2.2)$$

dengan  $\eta_A$  adalah efisiensi pompa hidram menurut D' Aubuisson,  $Q$  adalah debit air limbah,  $q$  adalah debit air yang dinaikkan atau output,  $H$  adalah tinggi terjunan

air atau input,  $h$  adalah tinggi air angkat atau output.



Gambar 2.7 Ketinggian Input dan Output yang digunakan

### 2.5.3. Kecepatan aliran pada suatu titik

Kecepatan aliran pada suatu titik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$v = \sqrt{2gh} \quad (2.3)$$

dengan  $v$  adalah kecepatan aliran,  $g$  adalah percepatan gravitasi,  $h$  adalah tinggi permukaan terhadap suatu titik,  $h$  disini adalah ketinggian input pompa hidram.

### 2.5.4. Tekanan hidrostatik pada fluida

Tekanan hidrostatik adalah tekanan yang diberikan oleh air ke semua arah akibat adanya gaya gravitasi.

Besarnya tekanan pada fluida dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:



$$P = \rho gh \quad (2.4)$$

dengan  $P$  adalah tekanan fluida,  $\rho$  adalah massa jenis air,  $g$  adalah percepatan gravitasi, dan  $h$  adalah tinggi permukaan air.

### 2.5.5. Energi potensial

Energi potensial merupakan energi akibat dari ketinggian. Energi potensial dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$E_p = mgh \quad (2.5)$$

dengan  $E_p$  adalah energi potensial fluida,  $m$  adalah massa fluida,  $g$  adalah percepatan gravitasi, dan  $h$  adalah ketinggian permukaan fluida.

### 2.5.6. Momentum

Perubahan gaya yang dihasilkan akibat adanya laju aliran. Momentum dapat dirumuskan :

$$M = m \times V \quad (2.6)$$

dimana  $m$  adalah massa dan  $V$  adalah kecepatan laju aliran.

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

### **3.1. Alat penelitian**

Penelitian ini menggunakan rangkaian pompa hidram linier dengan bodi pompa sebesar 3 inci, Panjang tabung udara 60 cm dan diameter lubang input sebesar 2 inci bahan yang digunakan adalah pipa PVC. Penelitian ini menggunakan variasi katup buang yang berbeda-beda, ketinggian output dan ketinggian input.

1. Pompa hidram  
Merupakan alat utama dalam penelitian. Pompa hidram yang digunakan adalah pompa hidram 3 inci dengan Panjang tabung udara 60 cm.
2. Saluran output  
Dalam menyalurkan air yang dikeluarkan oleh saluran output pompa, dibutuhkan selang air untuk menyalurkan air dari pompa hidram menuju bak penampungan sesuai dengan variasi ketinggian.
3. Saluran input  
Pipa yang digunakan merupakan pipa PVC dengan ukuran 2 inci yang digunakan untuk mengalirkan air dari bak penampungan menuju pompa hidram, Panjang saluran input yang digunakan untuk penelitian adalah pipa PVC 2 inci sepanjang 8 m.
4. Pompa air  
Digunakan untuk mensimulasikan ketersediaan air pada bak tampungan agar ketinggian air pada bak input tetap stabil Ketika dilakukan penelitian.
5. Gelas ukur

Alat ukur mengukur volume air yang keluar dari saluran output ( untuk mencari debit output pompa) dan volume limbah pompa.

6. Notebook

Notebook digunakan sebagai alat pencatat data, menyimpan dan mengolah data.

7. Tabung udara

Tabung berisi ban dalam sepeda motor yang sudah dimodifikasi yang berfungsi untuk memisahkan antara air dan udara agar tidak tercampur.

### 3.2. Tahap persiapan dan susunan alat

Sebelum proses pengambilan data, proses dan tahap penyusunan alat akan dilakukan. Mulai dari tahap persiapan pompa hidram, proses persiapan bak input dan output hingga persiapan notebook saat pengambilan data.

1. Pompa air

Digunakan untuk mensimulasikan ketersediaan air pada bak tampungan agar ketinggian air pada bak input tetap stabil Ketika dilakukan penelitian.



Gambar 3.1 pompa air

2. Bak tampungan input

Digunakan untuk menampung air yang digunakan untuk pada penelitian ini.



Gambar 3.2 Bak tampungan input

3. Pipa saluran input

Digunakan untuk mengalirkan air dari bak penampungan menuju pompa hidram, Panjang saluran input yang digunakan untuk penelitian adalah pipa PVC 2 inci sepanjang 8 m.



Gambar 3.3 Pipa saluran input

4. Pompa hidram linier 3 inci

Merupakan alat utama dalam penelitian. Pompa hidram yang digunakan adalah pompa hidram 3 inci dengan Panjang tabung udara 60 cm.



Gambar 3.4 Pompa hidram linier 3 inci

5. Selang saluran output

Dalam menyalurkan air yang dikeluarkan oleh saluran output pompa, dibutuhkan selang air untuk menyalurkan air dari pompa hidram menuju bak penampungan sesuai dengan variasi ketinggian.



Gambar 3.5 Selang saluran output

6. Bak tampungan air limbah dan hasil output

Digunakan untuk menampung air limbah dan dan debit output pompa hidram yang dihasilkan.



Gambar 3.6 Bak tampungan air limbah

**3.3. Variabel penelitian**

Variabel dalam penelitian ini adalah :

1. Variabel bebas :

a. Variasi bentuk katup buang

Variasi katup yang digunakan adalah katup model datar pada bagian badan pompa, katup menggunakan sambungan papa T 2 inci, dan katup hantar menggunakan sok drat 2 inci.

b. Variasi tinggi input



Gambar 3.7 Ketinggian input (Florentinus, 2019)

Dalam penelitian ini H merupakan ketinggian Input dan menggunakan 3 variasi ketinggian input yaitu . 0,6 m, 0,8 m, 1 m. Nilai ketinggian input diukur dari titik pusat pompa hidram linier ke permukaan air bak input.

c. Variasi tinggi output

Dalam penelitian ini h merupakan ketinggian Output dan menggunakan variasi ketinggian output 3,5 m, 4,5 m, dan 5,5 m.

2. Variabel terikat :

a. Debit air limbah (Q)

Debit limbah merupakan air yang keluar dari katup limbah, pengukuran ini dilakukan menggunakan gelas ukur, pengukuran ini dilakukan dalam satuan liter per menit, bersamaan dengan pengambilan data hasil debit output.

b. Debit hasil ( $q$ )

Debit hasil atau debit output merupakan hasil kerja dari kerja pompa linier yang mengalir melewati selang output, dalam penelitian ini debit diukur menggunakan gelas ukur dalam satuan liter per menit.

c. Tekanan Dinamis

Merupakan tekanan udara pada tabung udara yang digunakan sebagai pengganti pegas untuk menekan air balik agar dapat keluar kesaluran output tekanan yang diukur adalah tekanan saat terjadinya water hammer.

d. Frekuensi ketukan katup limbah

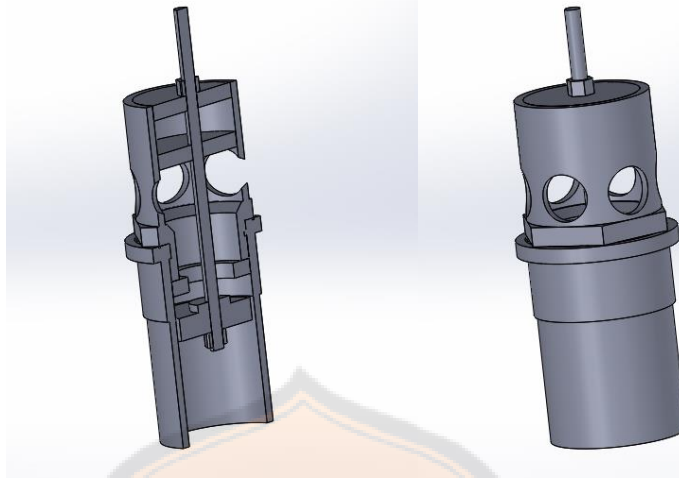
Adalah kecepatan ketukan katup limbah saat membuka dan menutup dalam satu menit.

### 3.4. Variasi katup buang

1. Katup buang menggunakan tee drat

Katup buang ini menggunakan tee drat yang dimodifikasi seperti pada Gambar 3.8, dan Gambar 3.9 sehingga sok drat 2 inci tersebut menyerupai tusen klep yang dijadikan katup buang.





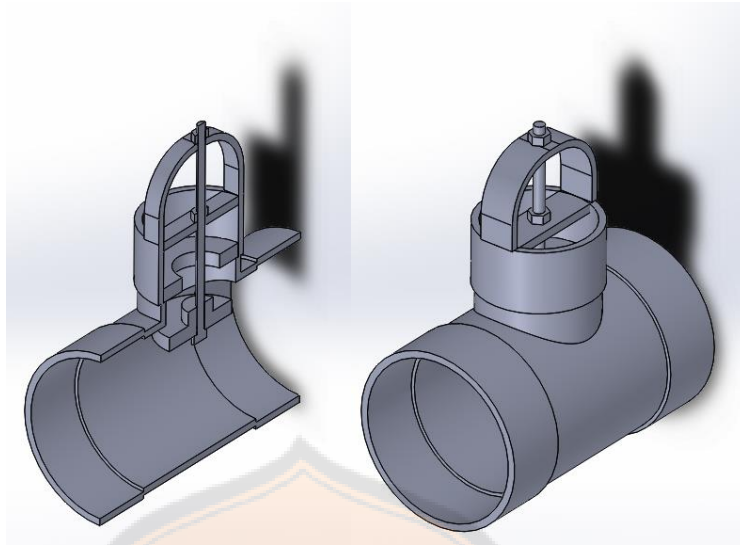
Gambar 3.8 Katup buang menggunakan tee drat



Gambar 3.9 Hidram 3 inci menggunakan katup tee drat

2. Katup buang menggunakan sambungan tee 2 inci.

Katup buang yang kedua menggunakan sambungan T 3 inci ke 2 inci, kemudian pada bagian 2 inci dimodifikasi sedemikian rupa seperti pada Gambar 3.10, dan Gambar 3.11 sehingga dapat digunakan sebagai katup buang.



Gambar 3.10 Katup buang menggunakan sambungan tee 2 inci

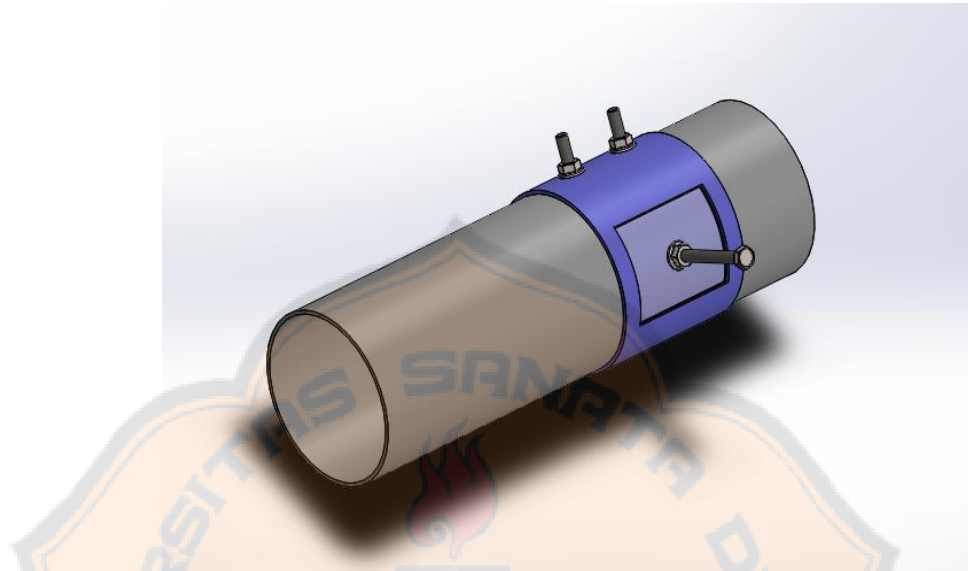


Gambar 3.11 Hidram 3 inci menggunakan katup buang sambungan tee 2 inci

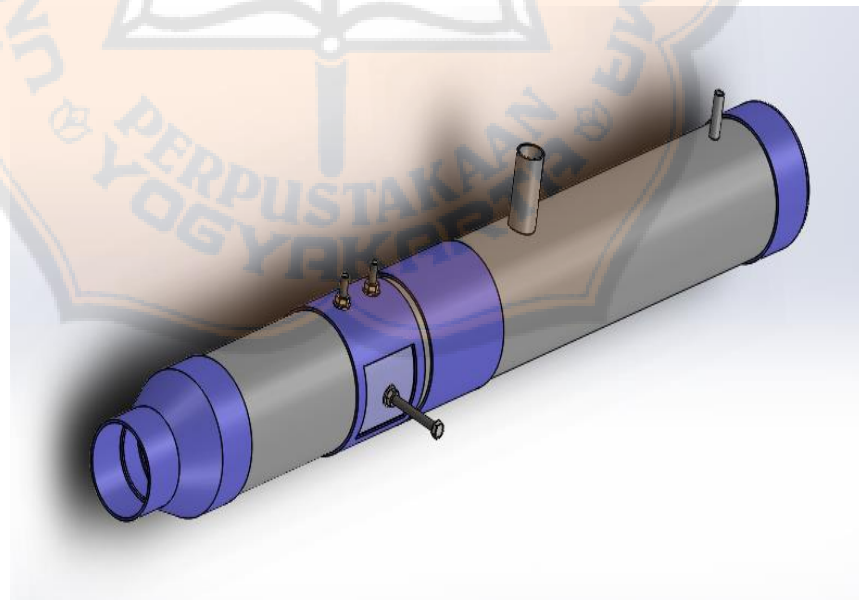
### 3. Katup buang persegi Panjang pada badan pompa

Katup buang yang ketiga menggunakan badan pompa 3 inci sebagai tempat penampungnya, katup terdiri dari karet ban dalam yang sudah dimodifikasi

sebagai pegas agar dapat membuka dan menutup secara sempurna. Katup buang model ketiga dapat dilihat pada Gambar 3.12, dan Gambar 3.13.



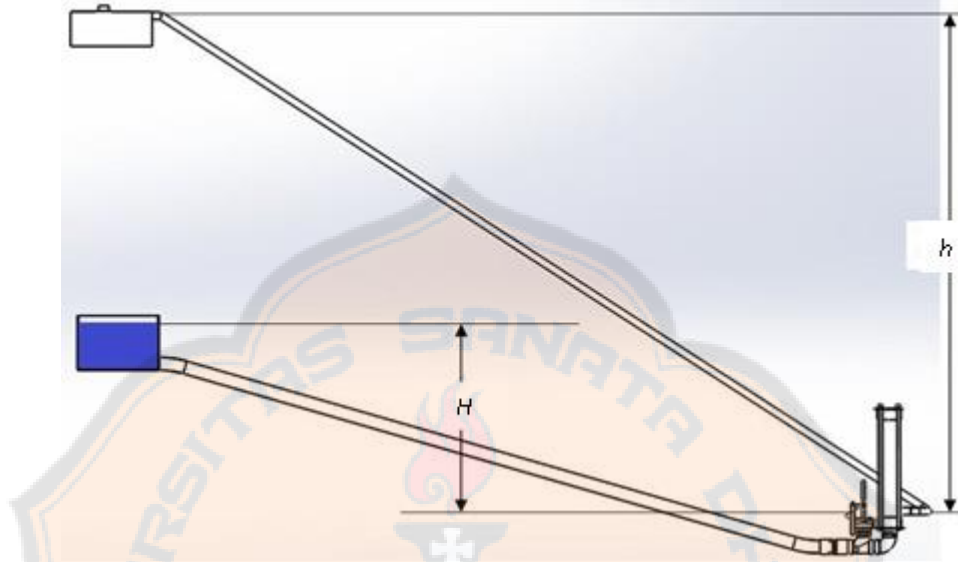
Gambar 3.12 katup buang model ketiga



Gambar 3.13 Hidram linier menggunakan katup model ketiga

### 3.5. Menentukan tinggi input (H) dan tinggi output (h)

Dalam perhitungan untuk mendapatkan nilai efisiensi pompa hidram, tinggi input maupun tinggi output sangat mempengaruhi.



Gambar 3.14 Ketinggian input (H) dan output (h) (florentinus, 2019)

Tinggi input maupun output perlu diketahui, tinggi input air (H) diukur dari lubang katup limbah sampai permukaan air pada bak tampungan air input. Tinggi output air (h) diukur dari posisi pipa output pada tabung udara sampai selang output pada bak tampungan output. Tinggi input air dan tinggi output air dapat dilihat pada Gambar 3.14.

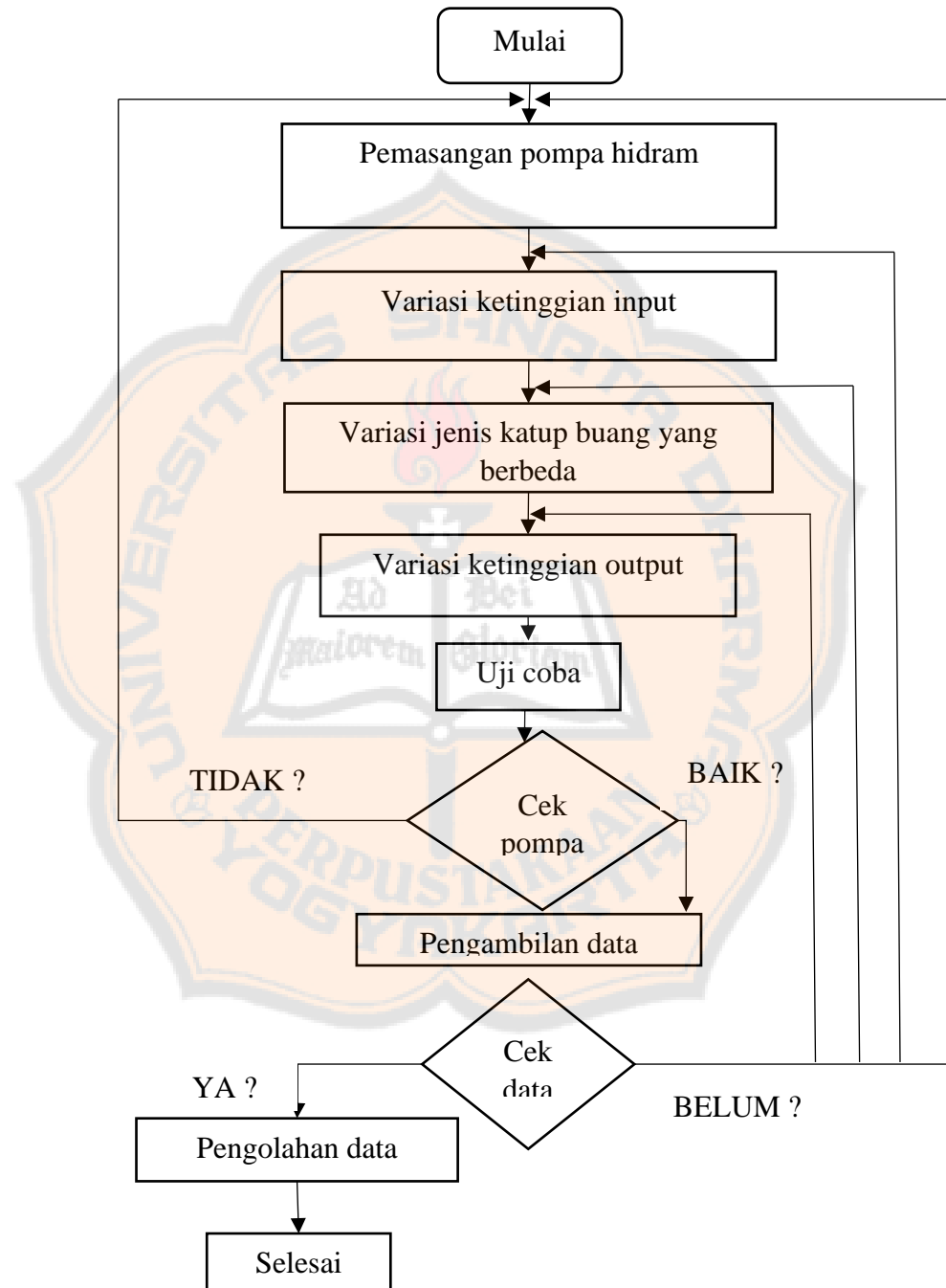
Variasi ketinggian input (H) : 0,5 m, 0,8 m, 1 m.

Variasi ketinggian output (h) : 3 m, 4 m, 5 m.

Dalam penelitian ini terdapat tiga variasi ketinggian input dan tiga variasi ketinggian output, pada setiap ketinggian input dilakukan pengambilan data sebanyak 27 kali.

3.6. Diagram flow chart

Langkah kerja dalam penelitian yang dilaksanakan tersaji dalam diagram alir pada Gambar 3.15.



Gambar 3.15 Diagram flow chart

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Hasil Penelitian

Hasil yang didapatkan dari penelitian ini yaitu debit limbah, debit output dan frekuensi ketukan katup pompa hidram linier. Debit limbah didapatkan dengan menggunakan ember yang berukuran besar dalam satuan liter per menit, sedangkan debit output keluaran air diukur menggunakan gelas ukur dikarenakan debit tidak terlalu besar dalam satuan liter per menit, pengambilan debit limbah dan debit hasil dilakukan dalam waktu yang bersamaan agar hasil lebih maksimal, frekuensi ketukan katup dihitung per menit bersamaan dengan pengambilan debit limbah dan debit hasil. Dapat dilihat pada Tabel 4.1, 4.2, dan 4.3.

Tabel 4.1 Data hasil pengukuran menggunakan ketinggian Input 0,6 m

No	Ketinggian Output (m)	Jenis katup buang	Volume output (l)	Volume limbah (l)	Waktu (s)	Tekanan udara (psi)	Frekuensi ketukan katup (/m)
1	3,5	Linier	4,9	33,5	60	4	39
2	4,5	Linier	3,55	34	60	4	40
3	5,5	Linier	3,1	37	60	4	42
4	3,5	Tee drat	3,28	29	60	4	52
5	4,5	Tee drat	3	35	60	4	50
6	5,5	Tee drat	1,5	32	60	4	48
7	3,5	Tee 2in	4	32	60	4	49
8	4,5	Tee 2in	3,4	37	60	4	50
9	5,5	Tee 2in	1,5	24	60	4	58

Tabel 4.2 Data hasil pengukuran menggunakan ketinggian Input 0,8 m

No	Ketinggian Output (m)	Jenis katup buang	Volume output (l)	Volume limbah (l)	Waktu (s)	Tekanan udara (psi)	Frekuensi ketukan katup (/m)
1	3,5	Linier	6,3	36,5	60	4	45
2	4,5	Linier	4,25	34,5	60	4	44
3	5,5	Linier	3,6	36,7	60	4	45
4	3,5	Tee drat	3,8	30	60	4	50
5	4,5	Tee drat	3,55	37,5	60	4	52
6	5,5	Tee drat	2	32	60	4	56
7	3,5	Tee 2in	4,65	30	60	4	43
8	4,5	Tee 2in	4,35	38,5	60	4	49
9	5,5	Tee 2in	3	35	60	4	57

Tabel 4.3 Data hasil pengukuran menggunakan ketinggian Input 1 m

No	Ketinggian Output (m)	Jenis katup buang	Volume output (l)	Volume limbah (l)	Waktu (s)	Tekanan udara (psi)	Frekuensi ketukan katup (/m)
<b>1</b>	<b>3,5</b>	<b>Linier</b>	7	36,5	<b>60</b>	<b>4</b>	<b>48</b>
2	4,5	Linier	5,6	40	60	4	47
3	5,5	Linier	4,45	38,5	60	4	47
4	3,5	Tee drat	5,5	29	60	4	55
5	4,5	Tee drat	3,65	30	60	4	57
6	5,5	Tee drat	2,3	31	60	4	58
7	3,5	Tee 2in	6,5	29	60	4	55
8	4,5	Tee 2in	5	30	60	4	55
9	5,5	Tee 2in	3,5	29,5	60	4	57

#### 4.2. Perhitungan Efisiensi

Perhitungan efisiensi pompa hidram linier pada penelitian ini menggunakan Persamaan (2.2 ). Sebagai contoh salah satu perhitungan efisiensi pompa hidram data yang digunakan yaitu data dengan ketinggian input 1 meter, data dapat dilihat pada Tabel 4.3 nomor 1.

Dalam perhitungan efisiensi pompa hidram, metode yang digunakan

yaitu : Menurut D' Aubuisson (Sitepu, 2011) :

Dengan  $\eta_A$  adalah efisiensi pompa hidram,  $Q$  adalah debit air limbah,  $q$  adalah debit air yang dinaikkan atau output,  $H$  adalah tinggi terjunan air atau input,  $h$  adalah tinggi air angkat atau output.

$$\eta_A = \frac{q h}{(Q + q)H} \times 100\%$$

$$\eta_A = \frac{0,1167 \times 3,5}{(0,6083 + 0,1167) \times 1} \times 100\%$$

$$\eta_A = \frac{0,40845}{(0,725) \times 1} \times 100\%$$

$$\eta_A = \frac{0,40847}{0,725} \times 100\%$$

$$\eta_A = 0,53859 \times 100\%$$

$$\eta_A = 56,33\%$$

Pada perhitungan kali ini didapatkan nilai efisiensinya. Nilai efisiensi dapat dilihat pada Tabel 4.4, 4.5, dan 4.6.



Tabel 4.4 Hasil perhitungan efisiensi pada ketinggian Input 0,6 m

No	Ketinggian Output (m)	Jenis katup buang	Debit output (l/s)	Debit limbah (l/s)	Efisiensi D`aubuisson (%)	Tekanan udara (psi)	Frekuensi ketukan katup
1	3,5	Linier	0,0817	0,5583	74,43	4	39
2	4,5	Linier	0,0592	0,5667	70,90	4	40
3	5,5	Linier	0,0517	0,6167	70,86	4	42
4	3,5	Tee drat	0,0547	0,4833	59,27	4	52
5	4,5	Tee drat	0,0500	0,5833	59,21	4	50
6	5,5	Tee drat	0,0250	0,5333	41,04	4	48
7	3,5	Tee 2in	0,0667	0,5333	64,81	4	49
8	4,5	Tee 2in	0,0567	0,6167	63,11	4	50
9	5,5	Tee 2in	0,0250	0,4000	53,92	4	58

Tabel 4.5 Hasil perhitungan efisiensi pada ketinggian Input 0,8 m

No	Ketinggian Output (m)	Jenis katup buang	Debit output (l/s)	Debit limbah (l/s)	Efisiensi D`aubuisson (%)	Tekanan udara (psi)	Frekuensi ketukan katup
1	3,5	Linier	0,1050	0,6083	64,39	4	45
2	4,5	Linier	0,0708	0,5750	61,69	4	44
3	5,5	Linier	0,0600	0,6117	61,41	4	45
4	3,5	Tee drat	0,0633	0,5000	49,18	4	50
5	4,5	Tee drat	0,0592	0,6250	48,64	4	52
6	5,5	Tee drat	0,0333	0,5333	40,44	4	56
7	3,5	Tee 2in	0,0775	0,5000	58,71	4	43
8	4,5	Tee 2in	0,0725	0,6417	57,10	4	49
9	5,5	Tee 2in	0,0500	0,5833	54,27	4	57

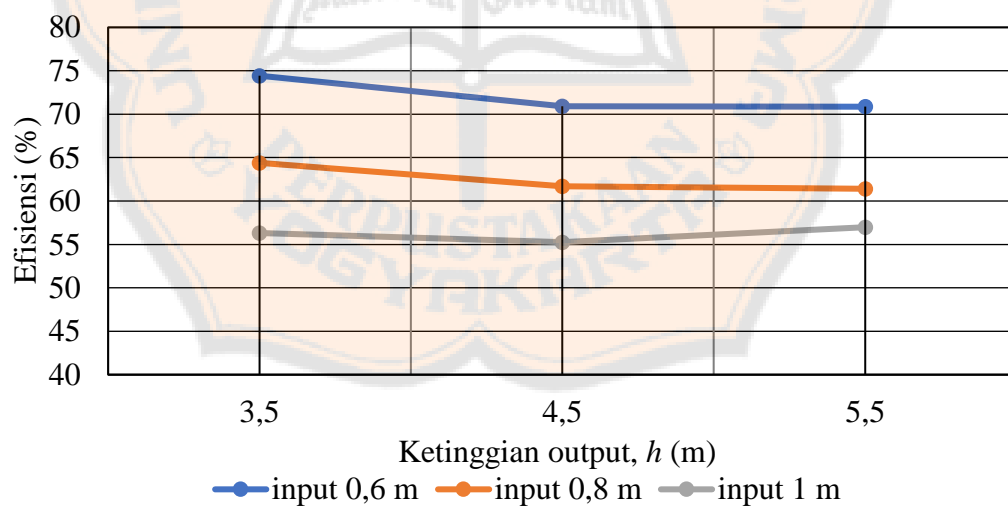
Tabel 4.6 Hasil perhitungan efisiensi pada ketinggian Input 1 m

No	Ketinggian Output (m)	Jenis katup buang	Debit output (l/s)	Debit limbah (l/s)	Efisiensi D`aubuisson (%)	Tekanan udara (psi)	Frekuensi ketukan katup
<b>1</b>	<b>3,5</b>	<b>Linier</b>	<b>0,1167</b>	<b>0,6083</b>	<b>56,32</b>	<b>4</b>	<b>48</b>
2	4,5	Linier	0,0933	0,6667	55,26	4	47
3	5,5	Linier	0,0742	0,6417	56,98	4	47
4	3,5	Tee drat	0,0917	0,4833	55,79	4	55
5	4,5	Tee drat	0,0608	0,5000	48,81	4	57
6	5,5	Tee drat	0,0383	0,5167	37,98	4	58
7	3,5	Tee 2in	0,1083	0,4833	64,08	4	55
8	4,5	Tee 2in	0,0833	0,5000	64,28	4	55
9	5,5	Tee 2in	0,0583	0,4917	58,33	4	57

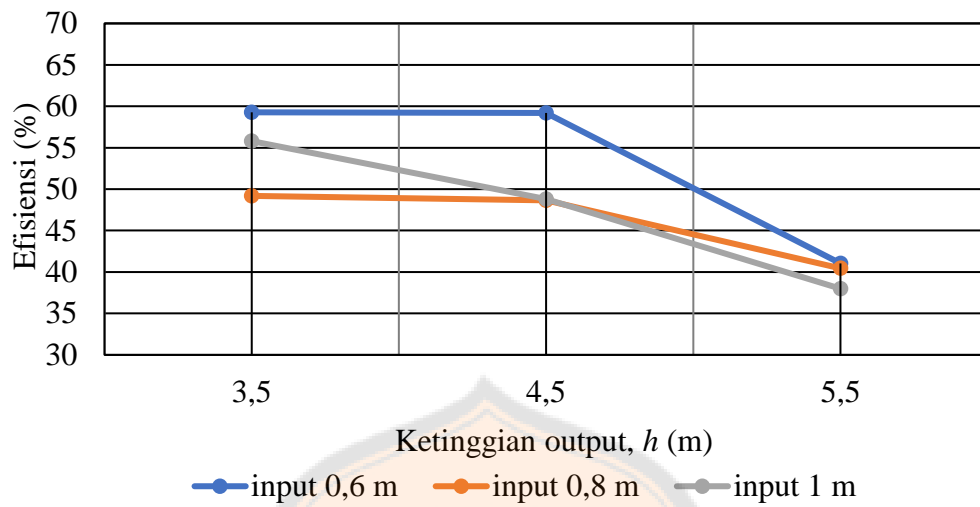
### 4.3. Pembahasan

Dari data hasil penelitian pompa hidram linier 3 inci akan dibahas sesuai tujuan penelitian pada BAB I menggunakan grafik yaitu : Mengetahui pengaruh variasi ketinggian input dan output air terhadap efisiensi pompa hidram linier 3 inci. Mengetahui pengaruh variasi katup buang, ketinggian input, ketinggian output keluaran air terhadap debit yang dihasilkan pompa hidram linier 3 inci dan mengetahui pengaruh variasi bentuk katup hantar yang berbeda-beda terhadap efisiensi pompa hidram linier 3 inci.

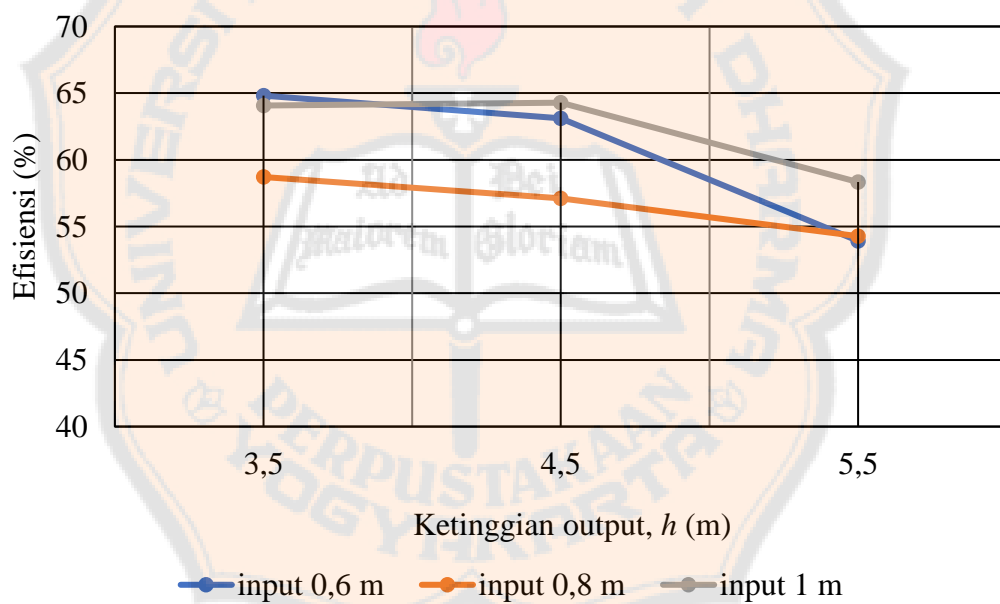
Pembahasan pengaruh variasi ketinggian output dan input air terhadap efisiensi pompa hidram linier 3 inci



Gambar 4.1 Grafik hubungan tinggi output dan tinggi input terhadap efisiensi pompa hidram linier 3 inci menggunakan katup buang linier.



Gambar 4.2 Grafik hubungan tinggi output dan tinggi input terhadap efisiensi pompa hidram linier 3 inci menggunakan katup buang tee drat.

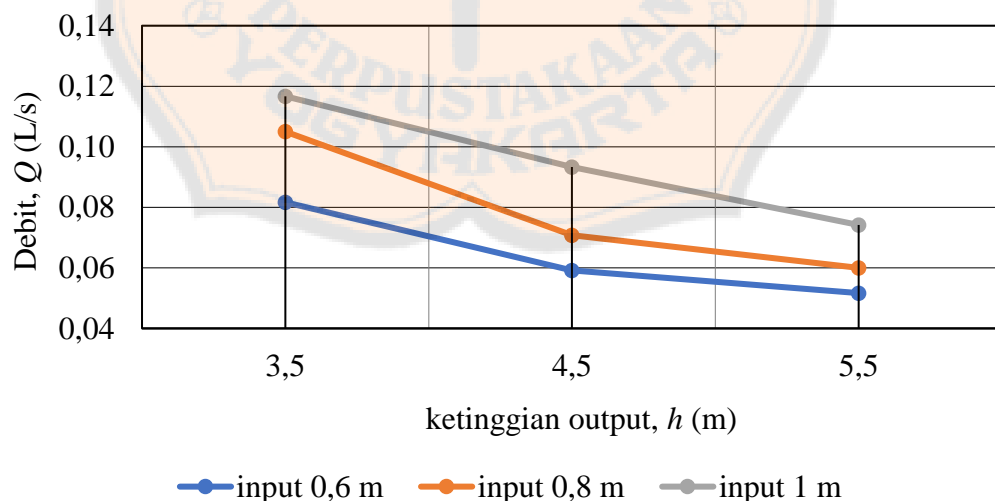


Gambar 4.3 Grafik hubungan tinggi output dan tinggi input terhadap efisiensi pompa hidram linier 3 inci menggunakan katup buang tee 2in..

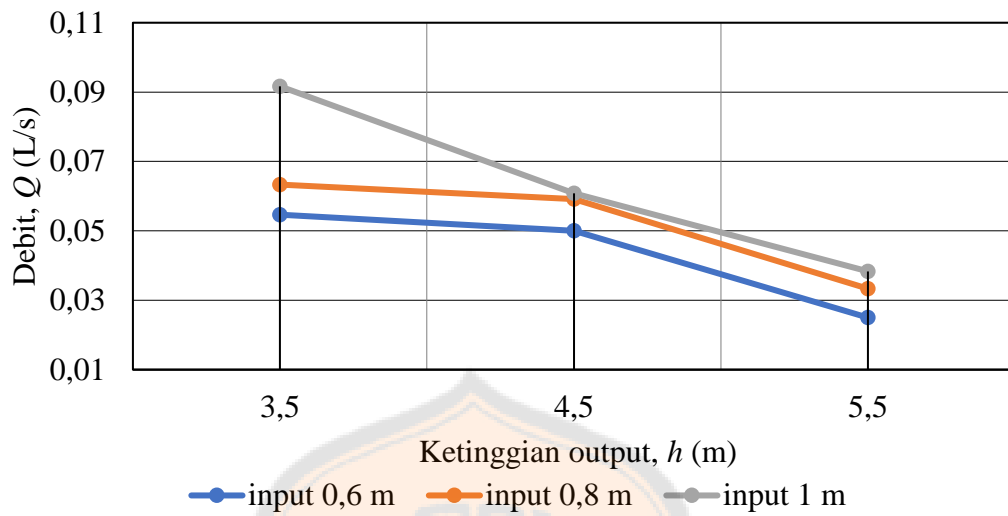
Gambar 4.1, 4.2, dan 4.3 adalah grafik hubungan tinggi input dan tinggi output terhadap efisiensi pompa hidram linier 3 inci menggunakan tiga variasi katup buang yang berbeda-beda, dapat dilihat jika semakin tinggi output pompa hidram linier maka efisiensi pompa hidram akan semakin berkurang, hal ini dikarenakan

semakin tinggi output pompa maka akan semakin sedikit debit output yang dihasilkan. Dari penelitian ini didapatkan nilai efisiensi tertinggi pada percobaan menggunakan katup buang linier ketinggian input 0,6 m, ketinggian output 3,5 m menghasilkan debit output 4,9 liter/menit, debit limbah sebesar 33,5 liter/menit dan menghasilkan efisiensi sebesar 74,43%, dari percobaan tersebut didapatkan hasil efisiensi yang besar dikarenakan menggunakan ketinggian output paling rendah. Pada penelitian ini juga didapatkan nilai efisiensi terendah Ketika menggunakan katup sok drat pada ketinggian input 1 m, ketinggian output 5,5 m, hanya menghasilkan debit sebanyak 2,3 liter/menit, debit limbah menghasilkan 31 liter/menit dan menghasilkan efisiensi sebesar 37,98%. Hal ini dikarenakan menggunakan output 5,5 m sehingga efisiensi pompa hidram linier sangat berkurang dibandingkan menggunakan ketinggian output yang lebih rendah.

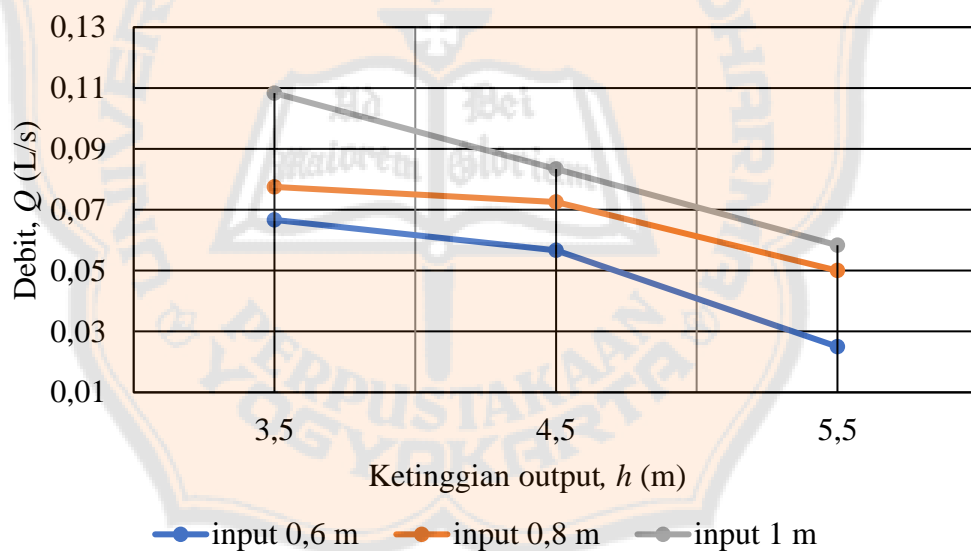
Pembahasan pengaruh variasi katup buang, ketinggian input, ketinggian output keluaran air terhadap debit yang dihasilkan pompa hidram linier 3 inci



Gambar 4.4 Grafik hubungan tinggi input dan output terhadap debit yang dihasilkan pompa hidram linier 3 inci menggunakan katup buang linier



Gambar 4.5 Grafik hubungan tinggi input dan output terhadap debit yang dihasilkan pompa hidram linier 3 inci menggunakan katup buang tee drat.



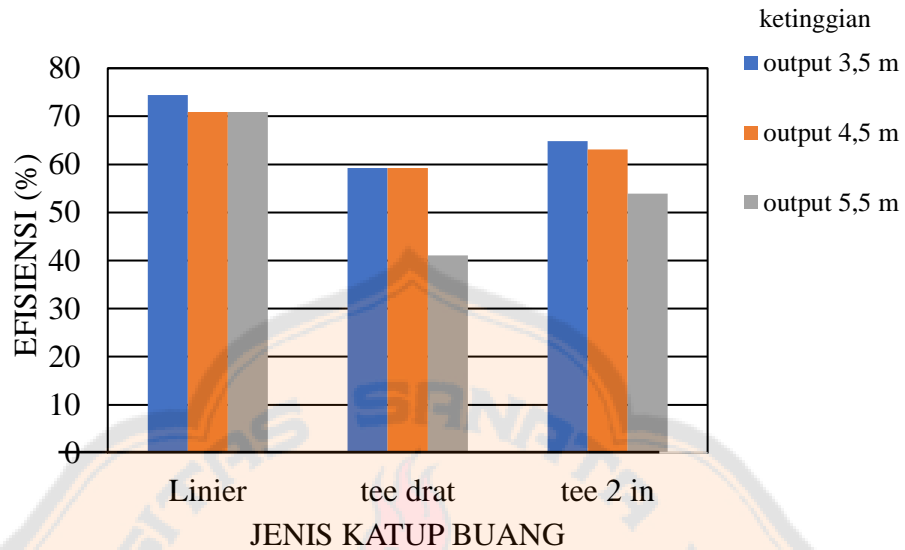
Gambar 4.6 Grafik hubungan tinggi input dan output terhadap debit yang dihasilkan pompa hidram linier 3 inci menggunakan katup buang tee 2in.

Gambar 4.4, 4.5, dan 4.6 adalah grafik hubungan tinggi input dan output terhadap debit output yang dihasilkan pompa hidram linier 3 inci dengan variasi katup buang yang berbeda-beda, dalam ketiga grafik tersebut terlihat bahwa debit output yang dihasilkan semakin meningkat seiring bertambahnya tinggi input

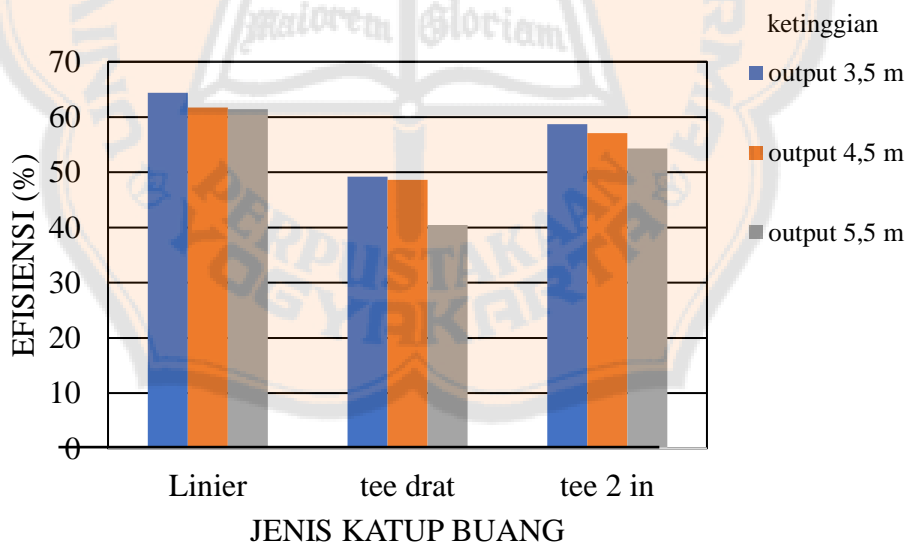
pompa. Hal ini terjadi karena semakin tinggi elevasi input pompa, debit output pompa yang dihasilkan akan semakin meningkat. Semakin tinggi input input maka akan semakin tinggi juga kecepatan aliran yang dihasilkan dan tekanan yang diberikan air didalam tabung juga semakin besar sehingga tenaga pemompaan yang dihasilkan meningkat. Sesuai dengan teori mengenai kecepatan aliran fluida pada Persamaan (3) semakin tinggi letak elevasi input terhadap pompa hidram maka kecepatan aliran fluida pada badan pompa akan semakin bertambah cepat, hal ini juga diperlihatkan pada Persamaan (5), semakin tinggi kecepatan aliran yang dihasilkan maka semakin tinggi juga energi potensial yang dihasilkan oleh pompa hidram.

Dari ketiga grafik diatas debit paling banyak dihasilkan oleh hidram linier 3 inci dengan menggunakan variasi katup buang linier yaitu menghasilkan debit output 0,1167 (l/s) pada ketinggian input 1 m dan ketinggian output 3,5 m pada penelitian ini menghasilkan debit yang lebih banyak dibandingkan dengan ketinggian input 0,8 dan 0,6 yang menghasilkan 0,1050 (l/s) dan 0,0817 (l/m) pada ketinggian input dan output yang sama. Debit paling sedikit dihasilkan hidram dengan menggunakan variasi katup buang T 2in pada ketinggian input 0,6 m dan ketinggian output 5,5 m, menghasilkan debit output sebanyak 0,0250 (l/m), hal ini dikarenakan ketinggian input dan output sangat berpengaruh terhadap debit yang dihasilkan pompa hidram linier tersebut, pada grafik diatas terlihat jika semakin tinggi output maka debit output yang dihasilkan pompa hidram akan semakin sedikit, itu semua berlaku pada semua jenis katup buang yang digunakan pada penelitian ini.

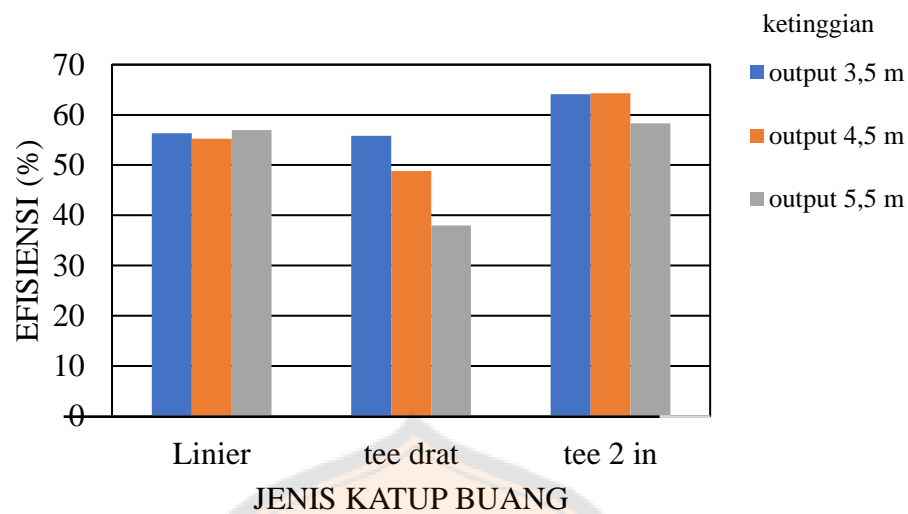
Pembahasan pengaruh variasi bentuk katup hantar yang berbeda-beda terhadap efisiensi pompa hidram linier 3 inci



Gambar 4.7 Grafik hubungan jenis katup buang dan tinggi output terhadap efisiensi pompa hidram linier pada tinggi input 0,6 m.



Gambar 4.8 Grafik hubungan jenis katup buang dan tinggi output terhadap efisiensi pompa hidram linier pada tinggi input 0,8 m.



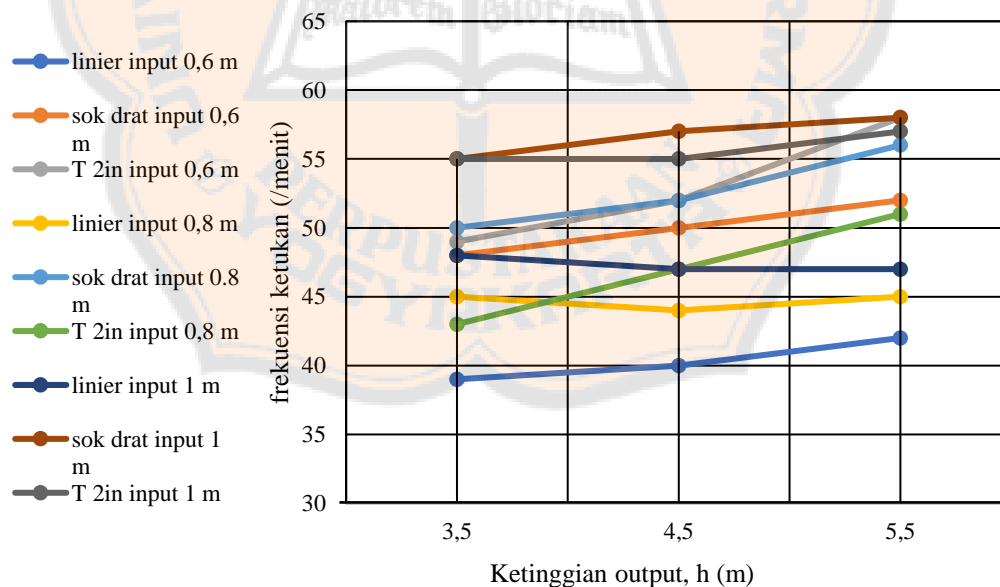
Gambar 4.9 Grafik hubungan jenis katup buang dan tinggi output terhadap efisiensi pompa hidram linier pada tinggi input 1 m

Pada Gambar 4.7, 4.8, dan 4.9 diatas menunjukkan perbandingan tiga jenis katup buang terhadap efisiensi pompa hidram pada ketinggian input 0,6 m, 0,8 m, dan 1 m, pada ketiga grafik diatas dapat dilihat pada ketinggian input 0,6 m dan 0,8 m efisiensi paling besar didapatkan Ketika penelitian menggunakan katup buang linier, pada penelitian menggunakan ketinggian output yang berbeda-beda, katup linier tetap mendapatkan hasil efisiensi paling besar, pada ketinggian input 0,6 m didapatkan hasil efisiensi sebesar 74,43%, 70,90%, dan 70,86% pada ketinggian output 3,5 m, 4,5 m, dan 5,5 m. akan tetapi pada ketinggian input 1 m efisiensi terbesar didapatkan pada penelitian menggunakan katup buang tee 2in didapatkan efisiensi sebesar 64,08%, 64,28%, dan 58,33% pada ketinggian output 5,5 m, 4,5 m, dan 5,5 m, dikarenakan menggunakan katup buang yang berbeda-beda maka setiap katup memiliki tingkat efisiensi yang berbeda, pada penelitian ini didapatkan hasil paling efisiensi menggunakan katup buang linier dikarenakan katup buang linier berada pada bagian badan pompa hidram langsung, sehingga air tidak



memerlukan tenaga berlebih untuk memompa air menuju bak tampungan output, pada penelitian ini didapatkan hasil efisiensi ketika menggunakan katup buang tee drat dikarenakan banyak sambungan sehingga rugi-rugi gesekan dalam pipa semakin besar terlebih juga letak katup buang tee drak terletak terlalu jauh dari bagian pompa hidram sehingga air memerlukan tenaga lebih untuk dapat memompa air menuju pak tampungan output, pada penelitian menggunakan katup buang sok drat ini akan lebih efisien jika posisi katup buang terletak pada bagian belakang tabung udara, sehingga tekanan dari aliran air akan berakhir pada katup buang jika diletakan pada bagian depan tabung udara maka akan menghasilkan efisiensi yang kurang maksimal.

Pembahasan pengaruh ketinggian input dan output terhadap frekuensi ketukan katub buang per menit.



Gambar 4.10 Grafik hubungan jenis katup buang, tinggi input dan tinggi output terhadap frekuensi ketukan katup limbah

Dari Gambar 4.10 diatas dapat dilihat dari semua jenis variasi katup yang digunakan untuk penelitian ini rata-rata jika ketinggian output semakin tinggi maka frekuensi ketukan katup akan bertambah seiring bertambahnya ketinggian output pompa hidram, hal ini dikarenakan semakin tinggi output keluaran pompa maka akan semakin besar tenaga yang digunakan untuk menaikkan air menuju bak tampungan, namun debit output akan semakin kecil, sehingga air yang tertekan menuju selang output dan sisa air yang tidak masuk kedalam selang output akan tertekan kembali dari tabung udara ke badan pompa dan mengisi badan pompa sehingga katup membutuhkan waktu yang lebih singkat untuk menutup kembali.

Dari gambar diatas diketahui bahwa semakin tinggi elevasi input maka akan semakin besar juga frekuensi ketukan katup yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan semakin besar energi potensial yang dihasilkan, sehingga aliran air pada katup limbah akan semakin cepat dan semakin besar gaya dorong untuk menutup katup buang.

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Pada penelitian pompa hidram linier 3 inci ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a. Variasi ketinggian input mempengaruhi efisiensi pompa hidram linier 3 inci. Jika semakin tinggi output pompa hidram linier maka efisiensi pompa hidram akan semakin berkurang, semakin tinggi output pompa maka akan semakin sedikit debit output yang dihasilkan, dikarenakan pompa membutuhkan lebih besar tenaga untuk menaikkan air ke bak penampungan debit output. Dari penelitian ini didapatkan nilai efisiensi tertinggi pada penelitian menggunakan katup buang linier pada ketinggian input 0,6 m, ketinggian output 3,5 m menghasilkan debit output 4,9 liter/menit, debit limbah sebesar 33,5 liter/menit dan menghasilkan efisiensi sebesar 74,43%.
- b. Penggunaan jenis katup buang yang berbeda-beda mempengaruhi debit pompa hidram. Debit output yang dihasilkan semakin meningkat seiring bertambahnya tinggi input pompa. Hal ini terjadi karena semakin tinggi elevasi input pompa maka debit output pompa yang dihasilkan akan semakin meningkat. Semakin tinggi input input maka akan semakin tinggi juga kecepatan aliran yang dihasilkan dan tekanan yang diberikan air didalam tabung juga semakin besar sehingga tenaga pemompaan yang dihasilkan meningkat. Debit paling banyak dihasilkan oleh hidram linier 3

inci dengan menggunakan variasi katup buang linier yaitu menghasilkan debit output 7 liter per menit pada ketinggian input 1 m.

- c. Penggunaan jenis katup buang yang berbeda-beda mempengaruhi efisiensi pompa hidram. Pada penelitian ini didapatkan hasil paling efisiensi ketika menggunakan katup buang linier yang menghasilkan efisiensi sebesar 74,43% pada ketinggian input 0,6 m, dan output 3,5 m. Pada penelitian ini didapatkan hasil paling efisiensi menggunakan katup buang linier dikarenakan katup buang linier berada pada bagian badan pompa hidram langsung, sehingga air tidak memerlukan tenaga berlebih untuk memompa air menuju bak tampungan output.

## 5.2. Saran

Pada penelitian terdapat beberapa saran sebagai berikut :

- a. Katup limbah dirancang serapat mungkin agar tidak ada kebocoran pada saat katup limbah tertutup.
- b. Pengambilan debit output dan debit limbah menggunakan alat yang presisi agar hasil yang didapatkan lebih baik.
- c. Menggunakan katrol pada bak input agar variasi ketinggian input bisa lebih banyak dan ukuran elevasi input dapat lebih presisi.
- d. Pipa saluran input diharapkan menggunakan pipa yang Panjang agar tekanan air menjadi lebih besar dan pada sambungan pipa diberi lem agar sambungan tidak lepas jika mendapatkan tekanan.
- e. Menggunakan tabung udara yang lebih Panjang agar tekanan udara semakin besar dan menghasilkan debit Output yang lebih efisien.

## DAFTAR PUSTAKA

- Jafri, M., Adoe, D.G.H., Lanata, Y.M. (2016). Studi Eksperimental Variasi Tinggi Tabung Udara dan Jarak Lubang Tekan dengan Katub Pengantar terhadap Efisiensi Pompa Hidram 3 Inchi: LONTAR Jurnal Teknik Mesin Undana, 3(2), 49-56.
- Jati, Y.Y. (2015). DEBIT HASIL POMPA HIDRAM PVC 2 INCI PADA TINGGI OUTPUT 3,91 m 4,91 m DAN 5,91 m DENGAN VARIASI TINGGI INPUT, PANJANG LANGKAH KATUB LIMBAH DAN BERAT BEBAN KATUB LIMBAH [Skripsi]. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Musak, F.L. (2019). UNJUK KERJA POMPA HIDRAM LINIER DENGAN TINGKAT KETERENDAMAN 100% [Skripsi]. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Purnomo, A.Y.T. (2019). PERFORMA POMPA HIDRAM LINIER 3 INCI DENGAN VARIASI TEKANAN UDARA PADA TABUNG [Skripsi]. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Putra, A.K.A. (2015). POMPA HIDRAM LINIER 3 INCI DENGAN VARIASI KETINGGIAN INPUT PADA PANJANG TABUNG UDARA 50 CM [Skripsi]. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Suarda, Made., Wirawan, IKG. (2008). Kajian eksperimental pengaruh tabung udara pada head tekanan pompa hidram: *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CAKRAM*, 2(1), 10-11.
- Subroto., Shodiqin. (2015). PENGARUH VOLUME TABUNG TEKAN TERHADAP UNJUK KERJA POMPA HIDRAM: *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 16(1), 20-26.
- Suyatno. (2008). RANCANG BANGUN POMPA HIDRAULIK RAM (HIDRAM): *Jurnal DINAMIS*, 2(12), 57-66.
- Wardawani. (2017). PENGARUH VOLUME TABUNG DAN DEBIT AIR MASUKAN TERHADAP EFISIENSI POMPA *HYDRAM* [Skripsi]. Makasar: Uin Alauddin Makasar.
- Wibowo, E.P. (2015). POMPA HIDRAM LINIER 3 INCI DENGAN VARIASI LUASAN LUBANG KATUB HANTAR [Skripsi]. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.

LAMPIRAN



Gambar L 1.1 Variasi katub buang tee 2 in



Gambar L 1.2 Variasi katub buang tee drat



Gambar L 1.3 Variasi katub buang linier



Gambar L 1.4 Pengaplikasian pompa hidram linier 3 inci



Gambar L 1.5 Pompa hidram linier 3 inci



Gambar L 1.6 Bak aluminium air limbah