

**UJI PENGARUH BEBAN KLEP BUANG SERTA KETINGGIAN INPUT
DAN OUTPUT TERHADAP EFISIENSI POMPA HIDRAM**

Skripsi

Oleh

Yoga Bagus Kurniawan



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2023

ABSTRACT

UJI PENGARUH BEBAN KLEP BUANG SERTA KETINGGIAN INPUT DAN OUTPUT TERHADAP EFISIENSI POMPA HIDRAM

By

Yoga Bagus Kurniawan

Water is a natural material that is very important for humans, animals and plants. Apart from being used as consumption, water can also be used as an energy source, with the need for water use which is very important for humans, it needs to be supported by an increase in water supply. Water supply usually uses a pump that functions to raise water from a lower place to a higher place. However, there are still many people who still have difficulty meeting their water needs due to the weak purchasing power of the people to buy pumps, especially in rural areas. Therefore, it is necessary to design a hydraulic ram pump which is one solution to overcome this problem because it is cheap and simple to manufacture and maintain. A hydraulic ram pump is a pump that can raise water from a low place to a higher place using energy that comes from the water flow itself. To find out the performance of the hydraulic ram pump, a pump efficiency test was carried out with the treatment of different heights of water flow sources, different heights of water lifted and different exhaust valve loads. The results of efficiency testing are obtained that the higher the water flow source the greater the efficiency, the lower the water lift the greater the efficiency and the lightest load on the exhaust valve has the greatest efficiency.

Keywords : water, pump, hydraulic ram pump, efficiency

ABSTRAK

UJI PENGARUH BEBAN KLEP BUANG SERTA KETINGGIAN INPUT DAN OUTPUT TERHADAP EFISIENSI POMPA HIDRAM

Oleh

Yoga Bagus Kurniawan

Air merupakan bahan alam yang sangat penting bagi manusia hewan maupun tumbuhan. Selain sebagai konsumsi, air juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi, dengan kebutuhan penggunaan air yang sangat penting bagi manusia, perlu didukung dengan adanya peningkatan penyediaan air. Penyediaan air biasanya menggunakan alat pompa yang berfungsi untuk menaikkan air dari tempat yang lebih rendah menuju ke tempat yang lebih tinggi. Namun masih banyak masyarakat yang masih kesulitan memenuhi kebutuhan airnya dikarenakan lemahnya daya beli masyarakat untuk membeli pompa khususnya di daerah pedesaan. Oleh karena itu perlu dirancang pompa hidram yang merupakan salah satu solusi untuk mengatasi masalah tersebut karena pembuatan dan perawatannya murah dan sederhana. Pompa hidram merupakan pompa yang dapat menaikkan air dari tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi menggunakan energi yang berasal dari aliran air itu sendiri. Untuk mengetahui kinerja pompa hidram dilakukan uji efisiensi pompa dengan perlakuan perbedaan tinggi sumber aliran air, beda tinggi air terangkat dan beda beban klep buang. Hasil pengujian efisiensi di peroleh bahwa semakin tinggi sumber aliran air efisiensi semakin besar, semakin rendah air terangkat efisiensi semakin besar dan beban paling ringan pada klep buang memiliki efisiensi terbesar.

Kata kunci: air, pompa, pompa hidram, efisiensi

**UJI PENGARUH BEBAN KLEP BUANG SERTA KETINGGIAN INPUT
DAN OUTPUT TERHADAP EFISIENSI POMPA HIDRAM**

Oleh

YOGA BAGUS KURNIAWAN

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi : **UJI PENGARUH BEBAN KLEP BUANG SERTA
KETINGGIAN INPUT DAN OUTPUT TERHADAP
EFISIENSI POMPA HIDRAM**

Nama Mahasiswa : **Yoga Bagus Kurniawan**

Nomor Pokok Mahasiswa: 1654071018

Jurusan : Teknik Pertanian

Fakultas : Pertanian



Prof. Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc

Elhamida Rezkia Amien, S.T.P. M.Si.

NIP 196112111987031004

NIP 231804900214201

2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian

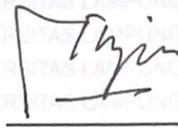
Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.

NIP 196210101989021002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Prof .Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc.**



Sekretaris : **Elhamida Rezkia Amien, S.T.P. M.Si.**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Ahmad Tusi, S.T.P., M.Si. PhD.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian: **26 Mei 2023**

PERNYATAAN HASIL KARYA

Saya Adalah **Yoga Bagus Kurniawan** NPM 1654071018

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya ilmiah saya yang di bimbing oleh komisi pembimbing **Prof.Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc. dan Elhamida Rezkia Amien, S.T.P. M.Si.** berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisikan material yang saya buat sendiri, bimbingan dari para dosen pembimbing serta hasil rujukan beberapa sumber lain (Buku, Jurnal, Skripsi, Makalah, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil plagiat dari karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggung jawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggung jawabkannya.

Bandar Lampung, 26 Mei 2023

Yang membuat pernyataan



Yoga Bagus Kurniawan
NPM. 1654071018

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kota Bandar Lampung, pada hari Selasa, 10 Februari 1998, anak pertama dari dua bersaudara keluarga Bapak Sahidin dan Ibu Sri Mulyati. Penulis memulai Pendidikan dari Sekolah Dasar 02 Yayasan Pendidikan Indolampung pada tahun 2004 sampai dengan tahun 2010. Penulis selanjutnya menempuh pendidikan menengah pertama di SMP Yayasan Pendidikan Indolampung pada tahun 2010 sampai dengan tahun 2013. Lalu penulis melanjutkan Pendidikan menengah atas di SMK Negeri 1 Tulang Bawang Tengah pada tahun 2013 sampai dengan tahun 2016. Pada tahun 2016 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif berorganisasi di Lembaga Kemahasiswaan baik di tingkat Jurusan, Fakultas, Universitas maupun tingkat Nasional. Penulis menjadi Anggota Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) Pada tahun 2017, Anggota Ikatan Mahasiswa Teknik Pertanian Indonesia (IMATETANI). Penulis juga pernah diamanahkan menjadi Asisten Dosen mata kuliah Listrik dan elektronika, Instrumentasi dan Gambar Teknik.

Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata pada tahun 2019 di Desa Ujung,
Kecamatan Lumbok Seminung, Kabupaten Lampung Barat, Provinsi Lampung.
Pada tahun 2020 penulis juga melaksanakan Praktik Umum (PU) di Balai
Pelatihan Pertanian Lampung, Natar, Lampung Selatan, Lampung dengan judul
**“Mempelajari Sistem Hidroponik DFT Pada Tanaman Pakcoy (*Brassica
rapa*)”**.

Alhamdulillahirabbil'aalamin,

**Kupersembahkan karya ini sebagai tanda cinta, kasih sayang dan rasa
terimakasihku kepada:**

Kedua Orangtuaku

(Bapak Sahidin dan Ibu Sri Mulyati)

**Yang telah membesarkan dan mendidikku dengan penuh perjuangan dan
kasih sayang serta selalu mendoakan yang terbaik untuk keberhasilan dan
kebahagiaan ku, Adikku (Tisa Putri Fadhila), keluarga besarku, yang selalu
mendoakan, memberi dukungan dan semangat kepadaku.**

Serta

“Kepada Almamater Tercinta”

Teman – Teman senasib seperjuangan Teknik Pertanian 2016 Universitas

Lampung

SANWACANA

Puji syukur senantiasa penulis haturkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan kuasa-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir perkuliahan dan penyusunan skripsi ini dengan judul "Rancang Bangun dan Uji Kinerja Alat Pengerat Bibit Singkong" yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Universitas Lampung.

Selama penyelesaian skripsi ini banyak pihak yang memberikan bantuan, motivasi serta dukungan. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan dan bimbingan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
2. Bapak Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan motivasi, masukan, bimbingan, dan saran selama penelitian sehingga skripsi ini dapat terselesaikan;
4. Ibu Elhamida Rezkia Amien, S.T.P. M.Si., selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, membimbing, dan memberikan saran dalam penyusunan skripsi ini;

5. Bapak Ahmad Tusi, S.T.P. M.Si. PhD., selaku pembahas yang sudah memberikan saran dan masukan sebagai perbaikan selama penyusunan skripsi
6. Seluruh Dosen dan karyawan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung atas segala ilmu yang diberikan baik dalam perkuliahan dan yang lainnya, dukungan, dan bantuan kepada penulis selama ini;
7. Kedua Orangtua saya Bapak Sahidin dan Ibu Sri Mulyati serta Adik saya Tisa Putri Fadhila dan seluruh keluarga besar yang selalu memberikan dukungan berupa doa, moril, materil serta kasih sayang sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini;
8. Keluarga Besar Adhirajasa Gajahsora Teknik Pertanian 2016 Universitas Lampung atas dukungan dan motivasi;
9. Teman-teman senasip seperjuangan Vincentia Veni Vera, Yuni Safitri, Abi Satria, Erlangga, Firmansyah Ully, Yuko Armandho, M. Iqbal Khadafi atas segala dukungan, masukan, bantuan serta candaannya;
10. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih, dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca. Penulis menyadari bahwa skripsi ini belum sempurna, untuk itu sangat diharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca untuk kesempurnaan tulisan lain nantinya.

Bandar Lampung, Mei 2023
Penulis

Yoga Bagus Kurniawan

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR TABEL.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	iii
I.PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pompa.....	5
2.2 Pompa Hidram.....	6
2.3 Palu Air.....	9
2.4 Prinsip Kerja Pompa Hidram.....	9
2.5 Mekanisme Kerja	11
2.6 Efisiensi Pompa Hidram.....	12
III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	14
3.2 Alat dan Bahan	14
3.3 Metode Penelitian.....	15
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Hasil Perancangan	31
4.2 Hasil Uji Efisiensi Alat.....	35
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	40
5.2 Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Perlakuan dalam penelitian	21
2. Data debit air terangkat (output)	45
3. Data efisiensi pompa hidram	45
4. Perhitungan Effisiensi	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skematik pompa hidram	6
2. Siklus Pemompaan Pompa Hidrolik (Bayu, 2018)	10
3. Sketsa notasi persamaan D'aubuisson	13
4. Diagram Alir Penelitian.	15
5. Pipa PVC.....	16
6. Tusen Klep	17
7. Stop kran	18
8. Sketsa notasi perlakuan.....	21
9. Sketsa pompa Hidram	23
10. Pipa masuk tampak samping.....	24
11. Pipa masuk tampak depan.....	24
12. Klep buang tampak samping.....	25
13. Klep buang tampak atas	25
14. Tabung udara tampak samping	26
15. Tabung udara tampak atas.....	26
16. Klep hisap tampak samping	27
17. Klep hisap tampak atas.....	27
18. Pipa penghantar tampak samping.....	28

19. Bak penampung sumber aliran air tampak samping	29
20. Bak penampung sumber aliran air tampak atas.....	29
21. Bak penampung air terangkat tampak samping	30
22. Bak penampung air terangkat tampak atas.....	30
23. Pompa hidram	32
24. Rata-rata debit output	36
25. Regresi hubungan antara tinggi inlet dengan efisiensi pada tinggi outlet 4 meter.....	38
26. Foto berat beban klep 1 (B1).....	47
27. Foto berat beban klep 2 (B2).....	48
28. Foto berat beban klep 3 (B3).....	48
29. Desain pipa masuk (input)	49
30. Badan pompa.....	49
31. Klep buang	49
32. Bak penampung sumber aliran.....	50
33. Klep hisap	50
34. Tabung kompresi.....	50
35. Pipa penghantar.....	51
36. Bak penampung air terangkat.....	51
37. Pompa hidram	52
38. Perakitan Klep.....	52
39. Perakitan Tabung Kompresi.....	53
40.. Pengambilan data debit input.....	53
41. Pengambilan data debit output.....	53

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan bahan alam yang diperlukan untuk kehidupan manusia, hewan dan tanaman sebagai media pengangkutan zat-zat makanan, juga merupakan sumber energi serta berbagai keperluan lainnya (Arsyad, 1989). Riskesdas (2013) menyatakan bahwa jenis sumber air bersih untuk seluruh kebutuhan rumah tangga dan air minum di Indonesia pada umumnya adalah sumur gali terlindung (29,9%), sumur pompa (24,1%), PDAM (19,7%), dan mata air (27%). Di perkotaan, lebih banyak rumah tangga yang menggunakan air dari sumur bor/pompa (32,9%) dan air ledeng/PDAM (28,6%), sedangkan di pedesaan lebih banyak yang menggunakan sumur gali terlindung (32,7%). Namun di beberapa daerah masih ada yang mengalami kesulitan penyediaan air. Daerah yang memiliki aliran sungai yang mengalir tetapi tidak memiliki sumber listrik yang mumpuni pun tidak dapat terhindar dari masalah penyediaan air. Beberapa faktor yang berkontribusi terhadap masalah penyediaan air tidak luput dari tingkat teknologi dan pendanaan yang tersedia untuk penduduk lokal. Kualitas sumberdaya manusia juga merupakan factor penting yang mempengaruhi distribusi air bersih ke pedesaan. Minimnya kemampuan penggunaan pompa air baik yang di gerakkan oleh tenaga diesel ataupun tenaga listrik dan masih terbatasnya daya beli masyarakat

merupakan hal yang dapat menjadi penyebab terjadinya masalah pengadaan air di pedesaan.

Penggunaan Pompa Hidrolik Ram (Hidram) merupakan salah satu solusi yang tepat untuk mengatasi masalah penyediaan air baik untuk kehidupan maupun untuk kegiatan perekonomian khususnya di daerah pedesaan terpencil. Karena pompa hidram tidak membutuhkan sumber energi listrik maupun bahan bakar, dan dapat bekerja secara terus menerus, tidak membutuhkan pelumasan, biaya pembuatan dan perawatan murah dan bentuknya sederhana (Asep, 2017).

Pompa hidrolik Ram (Hidram) merupakan alat yang digunakan untuk menaikkan air dari tempat rendah ke tempat yang lebih tinggi. Prinsip kerja hidram adalah pemanfaatan gravitasi dengan memanfaatkan energi dari hantaman air yang menabrak faksi air lainnya untuk mendorong ke tempat yang lebih tinggi. Untuk mendapatkan energi potensial dari hantaman air diperlukan syarat utama yaitu harus ada terjunan air yang dialirkan melalui pipa dengan beda tinggi elevasi dengan pompa hidram minimal 1 meter dan debit minimal 7 liter per menit (Bayu, 2018). Karena itu pompa hidram cocok untuk daerah pegunungan atau berbukit, yang banyak mata air dan adanya beda elevasi yang cukup. Untuk daerah datar, aplikasi pompa hidram sangat sulit direalisasikan.

Beberapa factor yang mempengaruhi kinerja pompa hidram di antaranya adalah elevasi terjunan, berat klep, dan elevasi outlet yang semuanya itu tidak lepas dari ketentuan hukum termodinamika. Di dalam koridor hukum termodinamika atau kekekalan energi, kinerja pompa hidram dipengaruhi oleh banyak factor yang di antaranya seperti yang telah disebutkan dan semuanya bermuara pada

tujuan perolehan efisiensi yang optimal. Dalam penelitian ini, kajian terhadap hubungan antara elevasi input, berat klep buang, dan elevasi output dilakukan untuk mendapatkan informasi tentang kinerja pompa hidram sederhana dengan menggunakan bahan-bahan yang tersedia di pasaran.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana unjuk kinerja rakitan pompa hidram dengan 1 (Satu) buah klep hisap ukuran diameter 1 (Satu) inci dan 1 (Satu) buah klep buang ukuran diameter 1 (Satu) inci menggunakan inlet ukuran diameter 1 (Satu) inci dan outlet ukuran diameter $\frac{1}{2}$ inci dengan perbedaan tinggi sumber aliran air, tinggi air terangkat dan beban klep buang untuk mendapatkan kinerja yang efisien dengan ukuran tersebut.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh beban klep buang terhadap efisiensi pompa hidram dengan inlet ukuran diameter 1 (Satu) inci dan outlet dengan ukuran diameter $\frac{1}{2}$ inci.
2. Mengetahui pengaruh ketinggian sumber aliran air (input) terhadap efisiensi pompa hidram dengan inlet ukuran diameter 1 (Satu) inci dan outlet dengan ukuran diameter $\frac{1}{2}$ inci.
3. Mengetahui pengaruh ketinggian air terangkat (output) terhadap efisiensi pompa hidram dengan inlet ukuran diameter 1 (Satu) inci dan outlet dengan ukuran diameter $\frac{1}{2}$ inci.

1.4 Manfaat penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah tentang rakitan pompa hidram dan dapat mempermudah masyarakat khususnya yang berada di pedesaan dalam penyediaan air untuk kebutuhan rumah tangga dan sektor pertanian.

1.5 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini yaitu beban klep buang serta ketinggian sumber aliran air dan ketinggian air terangkat mempengaruhi efisiensi pompa hidram.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pompa

Pompa merupakan alat yang digunakan untuk memindahkan suatu cairan dari suatu tempat ke tempat lain dengan cara menaikkan tekanan cairan tersebut.

Kenaikan tekanan cairan tersebut berfungsi untuk mengatasi hambatan-hambatan pengaliran. Hambatan-hambatan pengaliran itu dapat berupa perbedaan, ketinggian, gesekan dan perbedaan tekanan.

Pompa secara umum di bagi menjadi 2 (Dua) ;

1. Pompa Sentrifugal (*Dynamic pump*)

Merupakan suatu pompa yang memiliki elemen utama sebuah motor dengan sudut impeler berputar pada kecepatan tinggi. Fluida yang masuk kemudian dipercepat oleh impeler yang menaikkan kecepatan fluida maupun tekanannya serta melemparkan keluar dari volute.

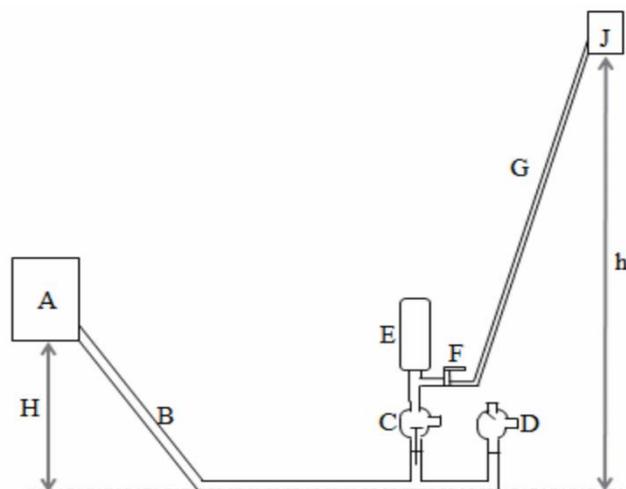
2. Pompa Kerja Positif

Pompa kerja positif disebut juga dengan pompa aksi positif. Energi mekanik dari putaran poros pompa di rubah menjadi energi tekanan untuk memompakan fluida. Pada pompa jenis ini dihasilkan head yang tinggi tetapi kapasitas yang di hasilkan rendah. Contohnya adalah pompa putar/rotary dan pompa torak (Maidi, 2018).

2.2 Pompa Hidram

Pompa hidram (*Hydraulic Ram Pump*) merupakan suatu alat yang digunakan untuk menaikkan air dari tempat yang rendah ke tempat yang tinggi secara otomatis dengan energi yang berasal dari air itu sendiri. Hydraulic ram pump berasal dari kata hidro yang memiliki arti air (cairan) dan ram yang memiliki arti hantaman. Pompa hidram dirancang oleh penemu asal Prancis, Joseph Michel Montgolfier pada tahun 1796.

Pompa hidram menaikkan air dari tempat yang rendah (A) ke tempat yang lebih tinggi (J) menggunakan energi yang berasal dari air itu sendiri, yaitu karena adanya tinggi air jatuh yang digunakan untuk menekan katup (D) pada pompa hidram dan menekan mengakibatkan *water hammer* ketika air dihentikan secara tiba-tiba, maka perubahan momentum massa fluida tersebut akan meningkatkan tekanan secara tiba-tiba pula. Peningkatan tekanan fluida ini digunakan untuk mengangkat sebagian fluida tersebut ke tempat yang lebih tinggi (Abdul, 2017).



Gambar 1. Skematik pompa hidram

2.2.1 Cara Kerja Pompa Hidram

Pompa hidram adalah pompa air tanpa listrik yang menggunakan tekanan air sebagai sumber energi untuk menggerakkan air ke tempat yang lebih tinggi.

Berikut adalah cara kerja pompa hidram berdasarkan informasi dari beberapa sumber:

1. Air mengalir dari sumber air ke pompa hidram dan masuk ke dalam pipa masuk.
2. Air yang masuk ke dalam pipa masuk akan mengalir ke dalam tabung udara (air chamber) melalui katup hantar (check valve).
3. Air yang masuk ke dalam tabung udara akan menekan udara di dalam tabung udara sehingga tekanan udara di dalam tabung udara meningkat.
4. Tekanan udara yang meningkat di dalam tabung udara akan mendorong air keluar dari tabung udara melalui pipa keluar.
5. Ketika tekanan udara di dalam tabung udara turun, katup hantar akan menutup dan katup buang (waste valve) akan terbuka sehingga air yang tersisa di dalam pipa keluar akan keluar melalui katup buang.
6. Setelah katup hantar menutup, air akan kembali mengalir dari sumber air ke dalam pipa masuk dan proses akan berulang Kembali.

Pompa hidram dapat digunakan untuk memompa air dari sumber air ke tempat yang lebih tinggi tanpa menggunakan listrik. Pompa hidram juga dapat digunakan untuk mengalirkan air ke ladang atau kebun dengan jarak yang jauh (Huda, 2010).

2.2.2 Manfaat Pompa Hidram

Pompa hidram merupakan alat yang dapat memindahkan fluida dari tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi dengan memanfaatkan tenaga momentum air (*Water Hammer*) tanpa menggunakan bahan bakar. Sehingga alat ini dapat mengurangi penggunaan energi fosil dalam bidang penyediaan air bagi kebutuhan masyarakat. Pompa ini juga dapat membuat masyarakat turut berpartisipasi dalam mengurangi efek pemanasan global dengan menggunakan sumber energi yang ramah lingkungan (Aris, 2015).

Pompa ini juga dapat membantu masyarakat khususnya di pedesaan mengurangi pengeluaran biaya dalam penyediaan air untuk kebutuhan sehari-hari dikarenakan pompa ini tidak membutuhkan bahan bakar, tidak menggunakan pelumas, pembuatan dan perawatannya mudah dan dapat bekerja 24 jam perhari.

2.2.3 Kelebihan dan Kekurangan Pompa Hidram

Sebuah alat yang dibuat untuk membantu dan mempermudah aktifitas manusia pastinya memiliki kelebihan dan kekurangan. Begitu juga dalam pengoperasian pompa hidram mempunyai beberapa kelebihan dan kekurangan dibandingkan jenis pompa lainnya, yaitu :

2.2.3.1 Kelebihan Pompa Hidram

Kelebihan pompa hidram adalah :

1. Hemat, karena pompa hidram tidak menggunakan bahan bakar dalam pengoperasiannya.
2. Pembuatannya dan perawatan mudah.

3. Pengoperasiannya mudah dan dapat beroperasi 24 jam perhari.
4. Dapat digunakan di daerah terpencil yang tidak terjangkau listrik.

2.2.3.2 Kekurangan Pompa Hidram

Kekurangan pompa hidram adalah :

1. Pengoperasiannya masih tergantung dari keadaan alam yang berubah ubah (Maidi,2018).

2.3 Palu Air

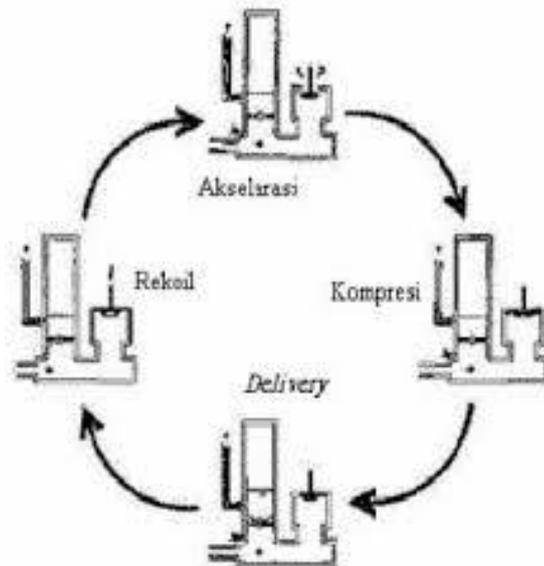
Palu air (*Water Hammer*) merupakan air bertekanan tinggi yang terjadi secara tiba-tiba. *Water hammer* ini dapat terjadi karena adanya aliran air yang masuk ke katup buang dengan cukup cepat, maka tekanan dinamik yang bergerak ke atas tersebut akan mendorong katup sehingga katup buang akan tertutup secara tiba-tiba dan katup buang tersebut menghentikan aliran air di dalam pipa pemasukan. Air yang terhenti akibat katup buang yang tertutup tersebut mengakibatkan tekanan tinggi yang terjadi secara tiba-tiba dalam pompa hidram (Akim, 2014)

2.4 Prinsip Kerja Pompa Hidram

Prinsip kerja hidram adalah pemanfaatan gravitasi dengan memanfaatkan energi dari hantaman air yang menabrak faksi air lainnya untuk mendorong ke tempat yang lebih tinggi. Untuk mendapatkan energi potensial dari hantaman air diperlukan syarat utama yaitu harus ada terjunan air yang dialirkan melalui pipa

dengan beda tinggi elevasi dengan pompa hidram minimal 1 meter. Syarat utama kedua adalah sumber air harus kontinyu dengan debit minimal 7 liter per menit.

Prinsip kerja dari pompa hidram dapat dilihat dari Gambar 1 berikut ini :



Gambar 2. Siklus Pemompaan Pompa Hidrolik (Bayu, 2018)

Keterangan gambar :

1. Periode 1: Akhir siklus yang sebelumnya, kecepatan air melalui ram bertambah, air melalui katup buang yang sedang terbuka, timbul tekanan negatif yang kecil dalam hidram.
2. Periode 2: Aliran bertambah sampai maksimum melalui katup buang yang terbuka dan tekanan dalam pipa pemasukan juga bertambah secara bertahap.
3. Periode 3: Katup buang mulai menutup dengan demikian menyebabkan naiknya tekanan dalam hidram, kecepatan aliran dalam pipa pemasukan telah mencapai maksimum.

4. Periode 4: Katup buang tertutup, menyebabkan terjadinya palu air (*water hammer*) yang mendorong air melalui katup pengantar. Kecepatan aliran pipa pemasukan berkurang dengan cepat.
5. Periode 5: Denyut tekanan terpukul ke dalam pipa pemasukan, menyebabkan timbulnya hisapan kecil dalam hidram. Katup buang terbuka karena hisapan tersebut dan juga karena beratnya sendiri. Air mulai mengalir lagi melalui katup buang dan siklus Hidram terulang kembali (Bayu, 2018).

2.5 Mekanisme Kerja

Mekanisme kerja alat pompa hidram ini adalah mengalirkan air dari bak penampung sumber air yang lebih tinggi ke badan pompa yang lebih rendah. Ketika air mengalir memasuki klep buang dengan cukup cepat, maka tekanan dinamis yang bergerak keatas tersebut akan mendorong klep buang hingga klep buang akan menutup secara tiba-tiba yang mengakibatkan *water hammer* (palu air). *Water hammer* merupakan air bertekanan tinggi yang terjadi secara tiba-tiba, air yang terhenti akibat klep buang yang tertutup tersebut mengakibatkan tekanan tinggi yang terjadi secara tiba-tiba di dalam badan pompa. Oleh sebab itu maka sebagian air bertekanan tinggi tersebut mendorong klep hisap hingga terbuka sehingga air dapat mengalir terangkat keatas. Karena adanya tabung udara yang dapat berisi udara yang tertekan menyebabkan air mengalir keluar melewati pipa penghantar dan siklus hidram tersebut akan terus berulang selama adanya aliran air dari bak penampung sumber aliran.

2.6 Efisiensi Pompa Hidram

Efisiensi adalah perbandingan masukan (input) dengan pengeluaran (output) ataupun ketepatan cara usaha kerja terhadap hasil didalam proses suatu unit kerja, efisiensi selalu menjadi pertimbangan penting pada proses unit kerja. Karena salah satu faktor performansinya dapat dilihat dari besar kecilnya efisiensi yang dihasilkan. Efisiensi pompa hidram dapat dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned}
 Efisiensi &= \frac{Daya\ out}{Daya\ in} \times 100\% \\
 Efisiensi &= \frac{\rho \cdot g \cdot H_o \cdot Q_o}{\rho \cdot g \cdot H_i \cdot Q_i} \times 100\% \\
 &= \frac{Q_o \cdot H_o}{Q_i \cdot H_i} \times 100\% \dots\dots\dots(1)
 \end{aligned}$$

Keterangan:

ρ = masa jenis air (kg/m^3)

g = gravitasi (m/dt^2)

H_i = ketinggian muka air input (*Head in*) (m)

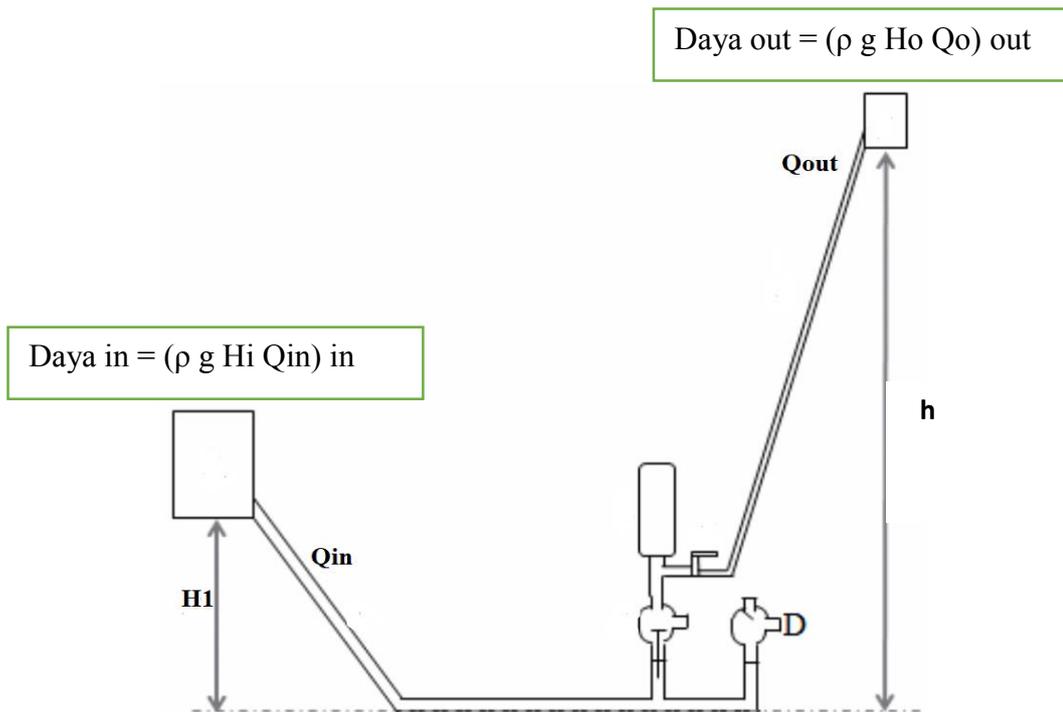
H_o = *Head out* ($h_o + \frac{1}{2} (V_o^2)/g$)

h_o = ketinggian air out (m)

V_o = (kecepatan alir out, m/dt) = $Q_o/A = Q_o /(\pi r^2)$

R = jari-jari pipa out bagian dalam (m)

Q_o = debit out (hasil pengukuran, m^3/dt)



Gambar 3. Sketsa notasi persamaan efisiensi

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

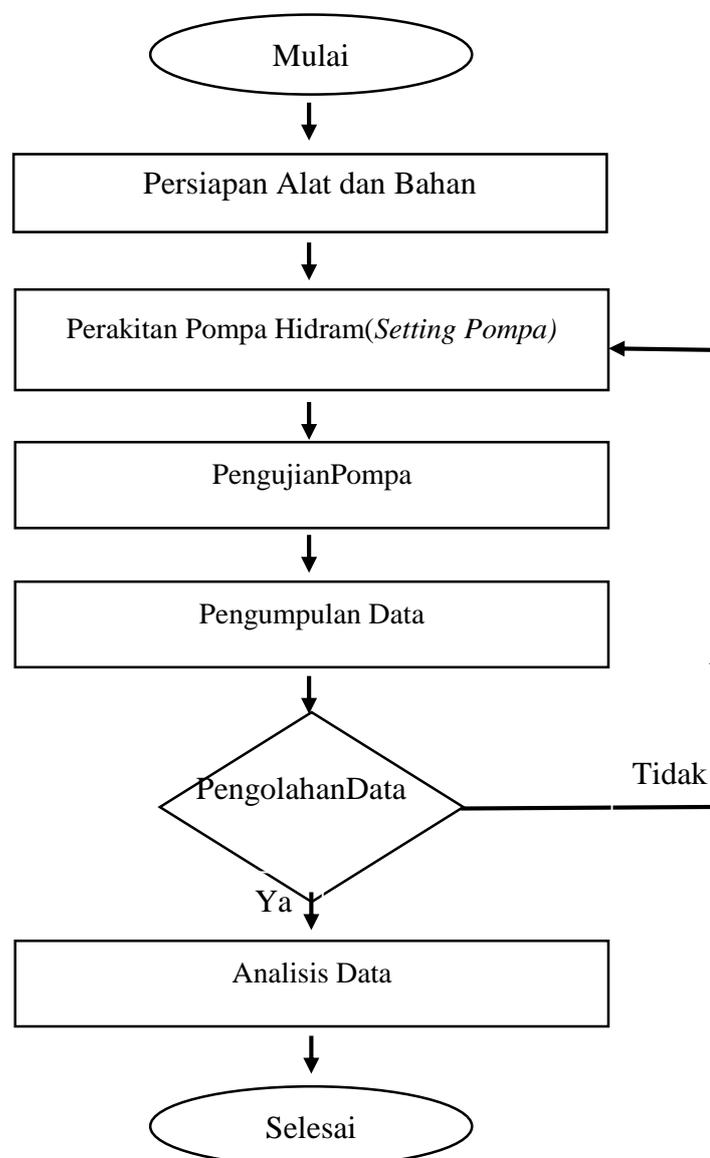
Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2022 sampai Agustus 2022, di Tulang bawang dengan koordinat lokasi 4°30'40"S - 105°20'11"E. Pengolahan data dilakukan di Laboratorium Rekayasa Sumber Daya Air dan Lahan (L.RSDAL), Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pipa PVC (0.5 inci, 1 inci, 2 inci dan 3 inci), pipa T diameter 1 inci, *elbow/knee* diameter 1 inci, *valve socket* diameter 1 inci, tusen klep hisap diameter 1 inci, tusen klep buangan diameter 1 inci, *reducer socket* diameter 3 ke 2, 2 ke 1 dan 1 ke 0,5 inci, *cap/dop* diameter 3 inci, *stop* kran diameter 1 inci, ember dengan volume 6.831 cm³ (penampung air), gunting dan gergaji, selang plastik, *stopwatch*, meteran, alat tulis dan kamera (dokumertasi). Bahan yang digunakan antara lain : Lem PVC, *sealer*, dan air.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan teknik *trial and error*. pengambilan data dilakukan dengan pengamatan dan pengukuran secara langsung pada objek penelitian. Kegiatan pelaksanaan meliputi persiapan alat dan bahan, perakitan pompa, dan pengujian pompa hidram. Diagram penelitian ini disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian.

3.3.1 Persiapan Alat dan Bahan.

Persiapan alat dan bahan ini dimulai dengan membuat sketsa rancangan pompa hidram yang akan digunakan pada penelitian ini untuk menentukan jumlah alat dan bahan yang akan digunakan, Seperti dimensi atau besaran pipa (PVC) yang akan dibutuhkan, diameter dan jumlah klep yang dibutuhkan, dan bahan penunjang seperti Lem PVC, Sealer dan Air.

3.3.2 Uraian dan Sistem Instalasi Pompa

Berikut adalah uraian dan sistem instalasi pompa hidram yang terdiri atas beberapa bagian, yaitu :

A. Pipa Masuk (Inlet)

Pipa masuk/inlet adalah saluran pipa yang diunakan untuk media aliran air dari sumber aliran ke pompa. Contoh pipa PVC dapat di lihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pipa PVC

B. Badan Pompa

Badan pompa merupakan ruang utama dan tempat terjadinya proses pemompaan.

C. Klep pembuangan

Klep pembuangan merupakan salah satu komponen terpenting pompa hidram, oleh sebab itu klep buang harus dirancang dengan baik sehingga berat dan gerakannya dapat disesuaikan. Klep pembuang sendiri berfungsi untuk mengubah energi kinetik fluida yang mengalir melalui pipa masuk menjadi energi tekanan dinamis fluida yang akan menaikkan fluida menuju tabung udara (kompresi). Klep pembuang dengan beban yang berat dan panjang memungkinkan saat aliran air mengalir dan klep buang menutup akan terjadi lonjakan tekanan yang cukup tinggi, yang dapat mengakibatkan fluida terangkat menuju tabung udara (Daniel, 2012). Contoh klep buang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Tusen Klep

D. Klep Penghisap

Klep penghisap merupakan sebuah klep satu arah yang berfungsi untuk pembuangan air dari badan hidram menuju tabung udara untuk selanjutnya di naikkan menuju pipa penghantar. Klep pembuangan harus dibuat satu arah agar air

yang telah masuk ke tabung udara tidak dapat kembali lagi ke badan hidram (Budi, 2017).

E. Tabung udara

Tabung udara harus dibuat dengan perhitungan yang tepat, karena tabung udara digunakan untuk menempatkan udara di dalamnya dan untuk menahan tekanan dari siklus ram. Selain itu, dengan adanya tabung udara memungkinkan air melewati pipa penghantar secara kontinyu (Gede, 2016).

F. Pipa Penghantar

Pipa penghantar berfungsi untuk menghantarkan aliran air dari tabung udara menuju tangka penampungan. Pipa ini juga digunakan untuk mengetahui banyaknya debit pompa dengan head yang telah di tentukan (Subroto, 2015).

G. Stop Kran

Stop kran berfungsi sebagai pembuka dan penutup sumber aliran yang mengalir dari bak penampung sumber aliran air ke badan pompa. Contoh stop kran dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Stop kran

3.3.3 Perakitan Pompa Hidram (*Setting Pompa*)

Perakitan pompa hidram dapat dilakukan setelah tahap persiapan alat dan bahan yang dibutuhkan sudah lengkap. Perakitan pompa hidram (*Setting pompa*) dilakukan sesuai sketsa yang digunakan pada penelitian ini. Lakukan pengeleman pipa (PVC) antar bagian, agar tidak terjadi kebocoran pada alat pompa hidram.

3.3.4 Penentuan perlakuan

Pengujian ini diawali dengan penentuan perlakuan beda tinggi sumber aliran air, beda tinggi air terangkat dan beda beban pada klep buang. Perlakuan beda tinggi sumber aliran air (input) ditentukan pada ketinggian 1 meter, 1,25 meter, 1,5 meter agar dapat diketahui apakah tinggi sumber aliran air terhadap badan pompa dapat berpengaruh signifikan terhadap efisiensi alat pompa hidram. Perlakuan beda tinggi air terangkat (output) di tentukan pada ketinggian 3 meter, 4 meter, 5 meter agar dapat di ketahui apakah tinggi air terangkat dari badan pompa berpengaruh signifikan terhadap efisiensi alat pompa hidram. Perlakuan beda beban pada klep buang ditentukan pada berat 65 gram, 70 gram, 75 gram agar dapat diketahui apakah beban pada klep buang berpengaruh signifikan terhadap efisiensi alat pompa hidram. Setiap perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali sehingga diharapkan mendapat nilai efisiensi alat yang lebih akurat.

3.3.5 Pengujian Pompa

Setelah pompa dirakit dan perlakuan telah di tentukan maka, selanjutnya dilakukan pengujian dengan berbagai tingkatan pengujian yang telah ditentukan. Secara umum ada 4 pengamatan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu

pengamatan pengaruh beda tinggi terjunan sumber air, beda tinggi air terangkat, beda beban klep buang dan debit output terhadap tingkat efisiensi pompa.

1. Pengamatan beda tinggi terjunan sumber air.

Pengamatan ini dilakukan dengan membedakan tinggi terjunan sumber air yang masuk kepompa. Dari ketinggian 1 meter, 1,25 meter dan 1,5 meter. Untuk mengetahui pengaruh terhadap efisiensi kinerja rakitan pompa hidram.

2. Pengamatan beda tinggi air terangkat.

Pengamatan ini dilakukan dengan membedakan tinggi keluaran air yang dihasilkan pompa. Dari ketinggian 3 meter, 4 meter dan 5 meter. Untuk mengetahui pengaruh terhadap efisiensi kinerja rakitan pompa hidram.

3. Pengamatan beda beban klep buang pompa hidram.

Pengamatan ini dilakukan dengan membedakan beban klep buang pada pompa hidram. Dari beban 65 gram, 70 gram dan 75 gram. Untuk mengetahui pengaruh terhadap efisiensi kinerja rakitan pompa hidram.

4. Pengamatan debit output pompa.

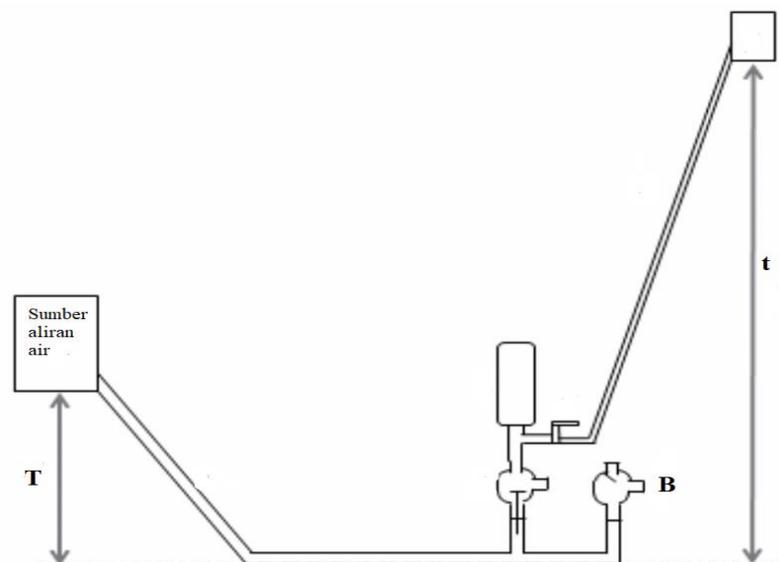
Pengamatan ini dilakukan dengan metode volumetrik, yaitu dengan cara mengukur waktu yang diperlukan untuk mengisi wadah atau bak penampung yang sudah diketahui volumenya. Alat penunjang yang digunakan dalam pengamatan ini adalah wadah penampung, stopwatch, alat tulis dan kamera (Dokumentasi).

Untuk keakurasian data dalam pengamatan ini dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan disetiap beda tinggi terjunan sumber air.

Untuk mempermudah dalam penulisan data hasil maka setiap perlakuan di lambangkan oleh notasi – notasi sebagai berikut:

Tabel 1. Perlakuan dalam penelitian

Tinggi Sumber Aliran Air Input (meter)	Beban Klep Buang (Gram)	Tinggi air terangkat Output (meter)	Ulangan
hi1 (1)	B1 (65)	ho1 (3)	U1
hi2 (1,25)	B2 (70)	ho2 (4)	U2
hi3 (1,5)	B3 (75)	ho3 (5)	U3



Gambar 8. Sketsa notasi perlakuan

3.3.6 Pengukuran debit sumber aliran air

Pengukuran debit sumber aliran air dilakukan agar dapat mengetahui besaran debit air yang mengalir ke pompa hidram ini. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan bak penampung berkapasitas $6.831,384 \text{ cm}^3$ yang diisi dengan air yang berasal dari bak penampung sumber aliran air, kemudian dilihat berapa

waktu yang dibutuhkan untuk mencapai $6.831,384 \text{ cm}^3$ dan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali sehingga di dapat rata-rata debit yang dihasilkan.

3.3.7 Pengukuran debit air terangkat

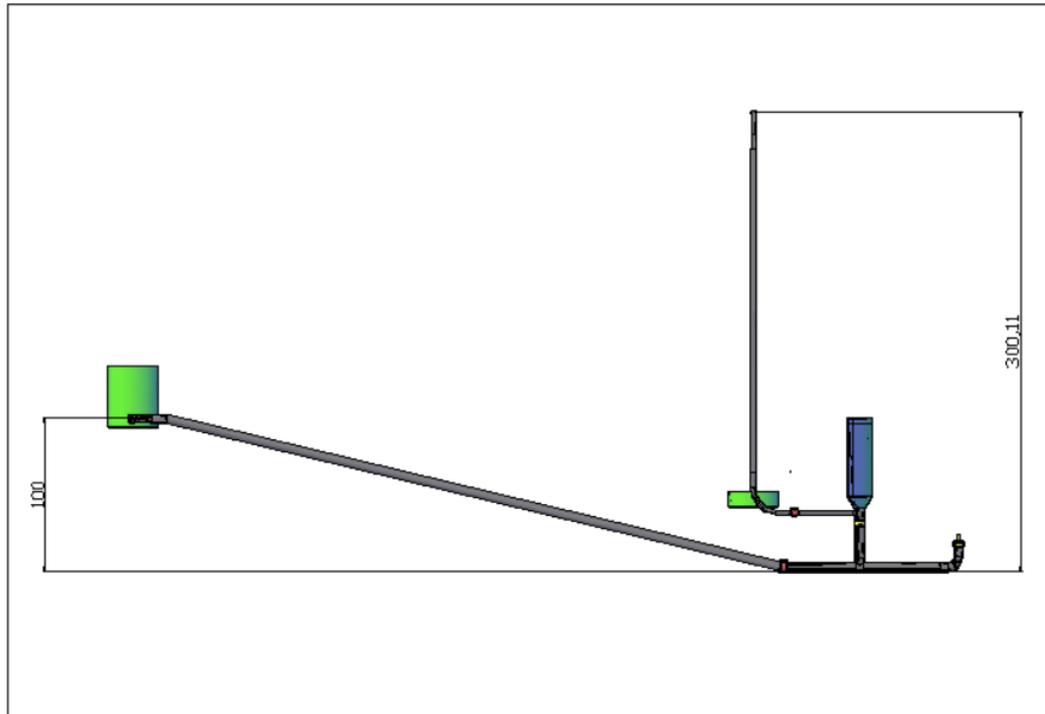
Pengukuran debit air terangkat dilakukan agar mengetahui besaran debit yang dapat terangkat oleh pompa hidram. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan bak penampung berkapasitas $6.831,384 \text{ cm}^3$ yang diisikan dengan air yang berasal dari air yang keluar dari pipa penghantar, kemudian dilihat berapa waktu yang dibutuhkan untuk mencapai $6.831,384 \text{ cm}^3$.

3.3.8 Analisis Data

Data yang telah didapat pada saat pengamatan di lapangan dihitung dan dianalisis untuk menentukan nilai efisiensi kerja pompa hidram digunakan Persamaan 1.

3.9 Gambar Rancangan

Gambar rancangan desain ini di perlukan untuk mengetahui hasil rancangan / model alat yang di buat. Sketsa bagian alat pompa hidram ini di tunjukkan pada Gambar 9.



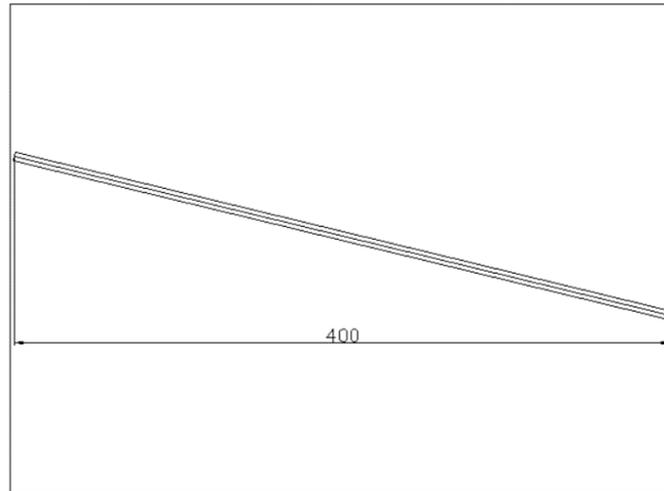
Gambar 9. Sketsa pompa Hidram

Bagian-bagian pompa hidram :

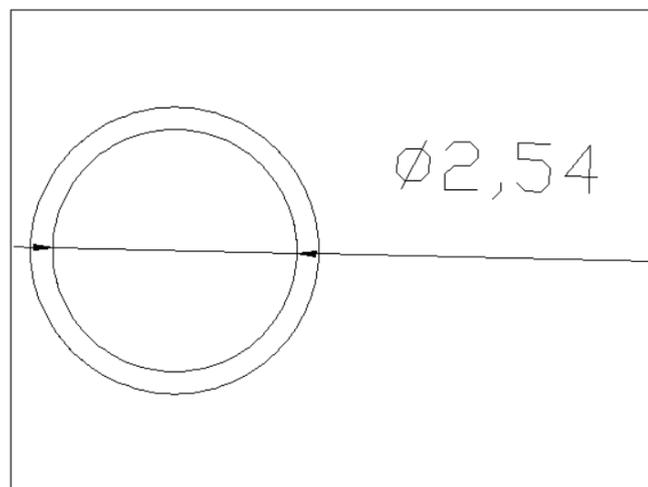
1. Pipa masuk/inlet.

Pipa masuk/inlet adalah saluran pipa yang digunakan untuk media aliran air dari sumber aliran ke pompa. Desain pipa masuk dapat di lihat pada Gambar 10 dan

11.



Gambar 10. Pipa masuk tampak samping

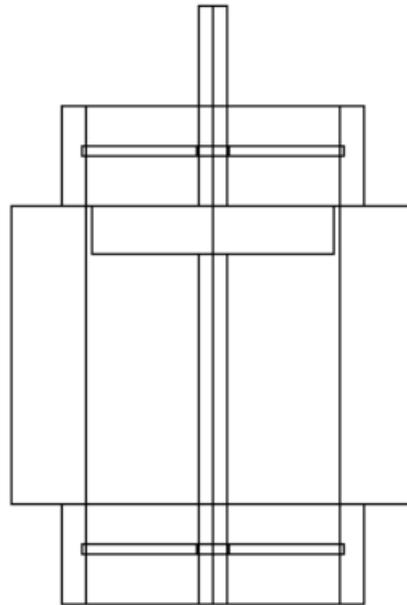


Gambar 11. Pipa masuk tampak depan

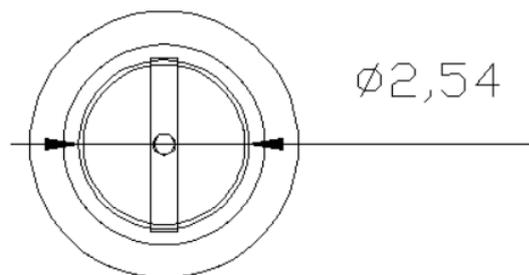
2. Klep pembuangan.

Klep pembuangan merupakan salah satu komponen terpenting pompa hidram, oleh sebab itu klep buang harus dirancang dengan baik sehingga berat dan gerakannya dapat disesuaikan. Klep pembuang sendiri berfungsi untuk mengubah energi kinetik fluida yang mengalir melalui pipa masuk menjadi energi tekanan dinamis fluida yang akan menaikkan fluida menuju tabung udara(kompresi). Klep pembuang dengan beban yang berat dan panjang memungkinkan saat aliran air mengalir dan klep buang menutup akan terjadi

lonjakan tekanan yang cukup tinggi, yang dapat mengakibatkan fluida terangkat menuju tabung udara. Desain klep buang dapat di lihat pada Gambar 12 dan 13.



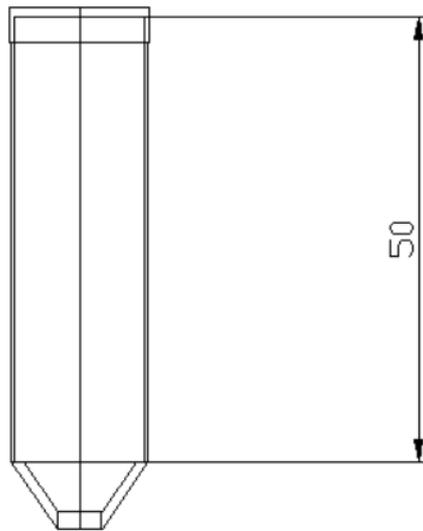
Gambar 12. Klep buang tampak samping



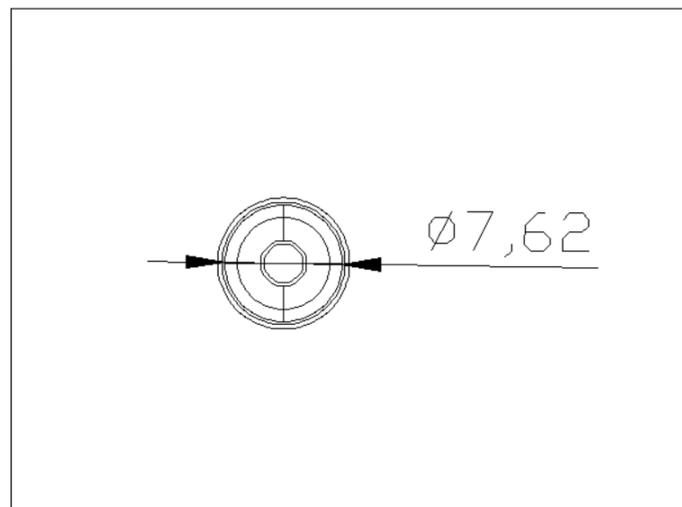
Gambar 13. Klep buang tampak atas

3. Tabung udara (Tabung kompresi).

Tabung udara harus dibuat dengan perhitungan yang tepat, karena tabung udara digunakan untuk menempatkan udara di dalamnya dan untuk menahan tekanan dari siklus ram. Selain itu, dengan adanya tabung udara memungkinkan air melewati pipa penghantar secara kontinyu. Desain Tabung udara dapat di lihat pada Gambar 14 dan 15.



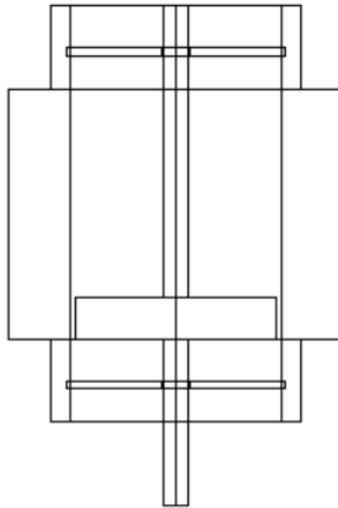
Gambar 14. Tabung udara tampak samping



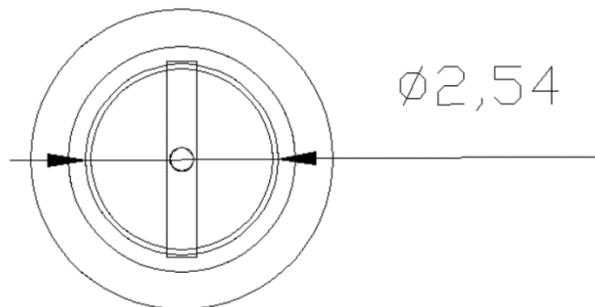
Gambar 15. Tabung udara tampak atas

4. Klep penghisap.

Klep penghisap merupakan sebuah klep satu arah yang berfungsi untuk pembuangan air dari badan hidram menuju tabung udara untuk selanjutnya di naikkan menuju pipa penghantar. Klep pembuangan harus dibuat satu arah agar air yang telah masuk ke tabung udara tidak dapat kembali lagi ke badan hidram. Desain klep hisap dapat dilihat pada Gambar 16 dan 17.



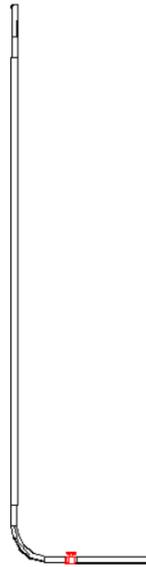
Gambar 16. Klep hisap tampak samping



Gambar 17. Klep hisap tampak atas

5. Pipa penghantar.

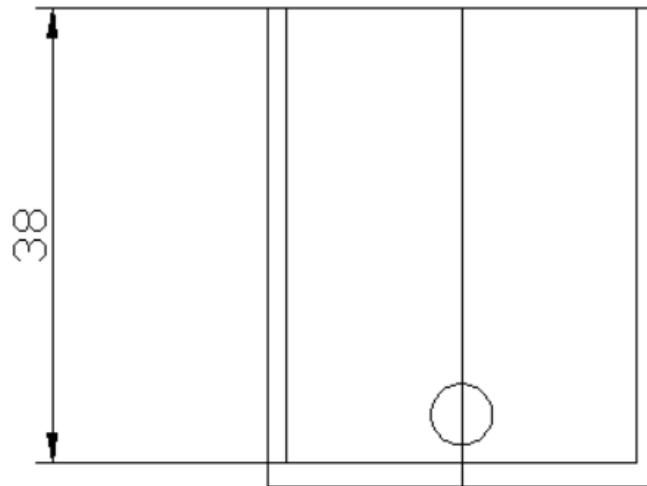
Pipa penghantar berfungsi untuk menghantarkan aliran air dari tabung udara menuju tangkipelempungan. Pipa ini juga digunakan untuk mengetahui banyaknya debit output pompa dengan diameter dan ketinggian yang telah ditentukan. Desain pipa masuk dapat dilihat pada Gambar 18.



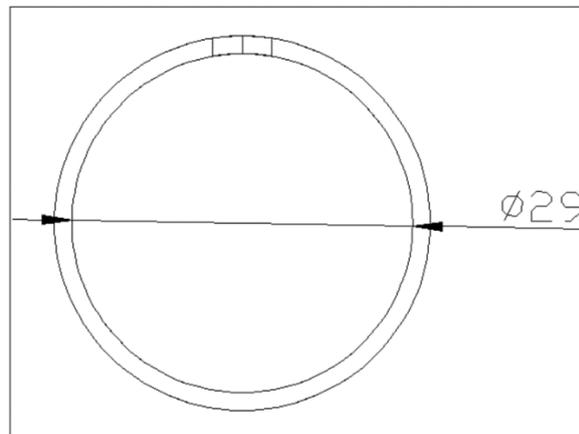
Gambar 18. Pipa penghantar tampak samping

6. Bak penampung sumber aliran

Bak penampung sumber aliran ini berfungsi sebagai tempat penampungan air yang akan di alirkan ke pompa sebagai sumber aliran air. Desain bak penampung dapat dilihat pada Gambar 19 dan 20.



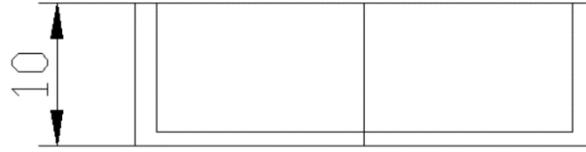
Gambar 19. Bak penampung sumber aliran air tampak samping



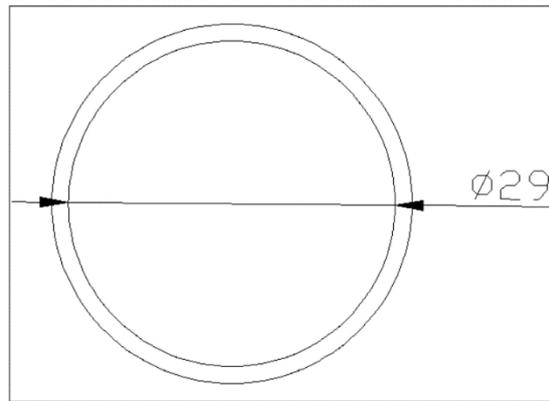
Gambar 20. Bak penampung sumber aliran air tampak atas

7. Bak penampung air terangkat

Bak ini berfungsi sebagai tempat penampung air yang keluar dari pipa penghantar (pipa buang) agar dapat di ukur debit keluaran pompa. Desain Bak penampung air terangkat dapat dilihat pada Gambar 21 dan 22.



Gambar 21. Bak penampung air terangkat tampak samping



Gambar 22. Bak penampung air terangkat tampak atas

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu:

1. Pompa hidram yang dialiri air dari sumber aliran air tertinggi yaitu 1,5 meter (h_{i3}) memiliki efisiensi terbesar dibandingkan dengan ketinggian lain yang lebih rendah yaitu 1,25 meter (h_{i2}) dan 1 meter (h_{i1}), dikarenakan semakin tinggi sumber aliran airnya maka semakin besar gaya dorong air yang masuk ke pompa hidram.
2. Pompa hidram yang menggunakan beban klep taringan yaitu 65 gram (B1) memiliki tingkat efisiensi terbesar dibandingkan dengan beban lain yang lebih berat yaitu 70 gram (B2) dan 75 gram (B3), disebabkan *water hammer* yang terjadi lebih banyak dalam waktu yang sama.
3. Pompa hidram yang memiliki ketinggian air terangkat terendah yaitu 3m (h_{o1}) memiliki efisiensi terbesar dibandingkan dengan ketinggian lain yang lebih tinggi yaitu 4 meter (h_{o2}) dan 5 meter (h_{o3}), dikarenakan semakin rendah ketinggian air terangkat semakin kecil gaya dorong air yang dibutuhkan pompa untuk menaikkan air.
4. Hasil R-squared berkisar antara 0,8527 – 0,9998 menunjukkan tinggi inlet, beban klep, dan tinggi outlet mempengaruhi efisiensi.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis menyampaikan saran sebagai berikut:

Melakukan Pengaplikasian pompa hidram di kondisi lapangan secara langsung agar dapat bermanfaat secara maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Hair, Jr., Joseph F. 2011. *Multivariate Data Analysis*. Fifth Edition. New Jersey: PrenticeHall, Inc.
- Hartono, Budi. 2017. Pengaruh Variasi Tabung Udara Terhadap Debit Pemompaan Pompa Hidram. *SAINTEK*, 8(1).
- Huda, Nur. 2010. Perancangan Model pompa Hidram. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Malang*, 1(1): 14-17
- Munir, A. 2017. Pompa Hidram Sebagai Pompa Air Harapan Masyarakat di Desa Samoling Kecamatan Lilirilau Kabupaten Sopeng. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1): 45-51
- Panjaitan, Daniel Ortega. 2012. Rancang Bangun Pompa Hidram dan Pengujian Pengaruh Variasi Tinggi Tabung Udara Dan Panjang Pipa Pemasukan Terhadap Unjuk Kerja Pompa Hidram. *Jurnal e-Dinamis*, 2(2): 30-37
- Pramono, B. A. 2018. Analisis Efisiensi Pompa Hidram Paralel Empat Dengan Diameter Katup Buang 1 Inchi dan $\frac{1}{4}$ Inchi Berdasarkan Variasi Pipa Inlet. *Jurnal Merc-C*, 1(2): 13-24
- Riskesdas. 2013. *Hasil Utama Riskesdas 2013*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS), Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Saputra, M. 2018. Kombinasi Pompa Vakum Dengan Pompa Hidrolik Ram. *Jurnal Mekanova*, 4(6)
- Setyawan A, E. 2015. Pengaruh Berat Katup Limbah dan Ketinggian Discharge Terhadap Kinerja Pompa Hidram. *Jurnal Teknik Mesin*, 3(3): 25-31
- Subroto, S. 2015. Pengaruh Volume Tabung Tekan Terhadap Unjuk Kerja Pompa Hidram. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 16(1)
- Supriyanto, A. 2017. Pengaruh Variasi Jarak Sumbu Katup Limbah Dengan Sumbu Taubung Udara Terhadap Efisiensi Pompa Hidram. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Metro*, 6(2)

- Susana, I. G. B. 2016. Peningkatan kinerja pompa hidram berdasarkan posisi tabung kompresor dengan saluran keluar di bawah tabung kompresor. *Dinamika Teknik Mesin*, 6(2)
- Tua, A. 2014. Pengaruh Tinggi Pipa Buang Terhadap Efisiensi Pompa Hidram. *Widya Teknika*, 22(2)
- Utomo, G. P. 2015. Analisa Pengaruh Tinggi Jatuhan Air Terhadap Head Pompa Hidram. *Jurnal Pengabdian LPPM Surabaya*, 1(2): 211-224