



## Perancangan dan Pengujian Pompa Hidram

Salimin<sup>1</sup>, La Ode Ahmad Barata<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin Universitas Halu Oleo, Kendari 93232

### Riwayat Artikel:

Diajukan: dd/05/2021

Diterima: dd/08/2021

Online: 22/01/2022

Terbit:30/12/2021

### Kata Kunci:

Debit aliran

Head

Jarak tempuh

Pompa tanpa listrik

### Keywords:

Flowrate

Head

Water travel

Powerless pump

### Abstrak

Salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk memindahkan air dari tempat rendah ke tempat yang paling tinggi adalah dengan pompa air tanpa menggunakan listrik dan bbm (Hidraulyc Ram/Pompa Hidram). Pompa air tanpa menggunakan listrik dan bbm (Hidraulyc Ram/Pompa Hidram) adalah alat pemompaan secara otomatis yang memanfaatkan air untuk mengangkat sebagian aliran air ketempat yang lebih tinggi. Sumber energi pompa air tanpa menggunakan listrik dan bbm (Hidraulyc Ram/Pompa Hidram) berasal dari tekanan tinggi yang diakibatkan adanya fenomena pukulan air karena adanya perubahan kecepatan tiba-tiba dari aliran air oleh penutupan katup, sehingga pompa ini tidak memerlukan suplai energi dari luar seperti bahan bakar minyak atau listrik. Artikel ini menampilkan laporan tentang desain, pembuatan dan pengujian lapangan kinerja pompa hidram. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa desain pompa dapat mengalirkan air 0,3 liter/detik dengan head maksimum 8,1 meter dan jarak tempuh 10,5 meter. Dengan melihat potensi penggunaannya yang cukup luas, maka riset-riset untuk mengoptimasi pompa ini perlu terus dilakukan agar diperoleh desain yang cukup akurat sesuai dengan dengan kondisi lapangan di indonesia

### Abstract

*One technology that can be used to move water from a low place to a high place is a water pump without the use of electricity and fuel (Hydraulyc Ram/ Hydraulic Pump). A water pump without the use of electricity and fuel (Hydraulyc Ram/ Hydram Pump) is an automatic pumping device that uses water to lift some of the water flow to a higher place. The energy source for water pumps without the use of electricity and fuel (Hydraulyc Ram / Hydram Pumps) comes from high pressure which is caused by the phenomenon of water blowing due to a sudden change in speed of the water flow by closing the valve, so this pump does not require an external energy supply such as fuel oil or electricity. This article presents a report on the design, manufacture and performance field testing of hydraulic pumps. The test results show that the pump design can drain 0.3 liters/second of water with a maximum head of 8.1 meters and a distance of 10.5 meters. By looking at the potential for its use which is quite broad, research to optimize this pump needs to be continuously carried out in order to obtain a design that is quite accurate in accordance with field conditions in Indonesia.*

## Pendahuluan

Penanggulangan masalah penyediaan air baik untuk kehidupan maupun untuk kegiatan pertanian, peternakan dan perikanan khususnya di daerah pedesaan, melalui penggunaan pompa hidraulik ram (hidram) yang sangat sederhana, baik dalam pembuatannya dan juga dalam pemeliharaannya.

Pompa hydram sudah digunakan sejak beberapa abad yang lalu dibanyak tempat didunia. Pompa hydram pertama dibuat oleh John Whitehurst pada tahun 1775. Kesederhanaan dan kemudian dalam pemeliharaan membuat pompa hydram sukses secara komersial, terutama di Eropa sebelum digunakan secara luas tenaga listrik dan mesin pompa. Di Amerika pompa hydram terbesar pernah dibuat dengan diameter 300 mm mampu memompa 170 liter/menit sampai ketinggian 443 meter, namun karena perkembangan teknologi yang pesat dan meningkatnya ketergantungan pada bahan bakar fosil maka pompa hydram diabaikan. Akhir-akhir ini dengan meningkatnya perhatian pada peralatan-peralatan untuk energi terbaru dan kesadaran kebutuhan teknologi dinegara berkembang pompa hydram mulai dipakai kembali [1].

\* Korespondensi: [ahmad.barata@uho.ac.id](mailto:ahmad.barata@uho.ac.id)

Pompa hydam bekerja tanpa menggunakan bahan bakar atau tambahan energi dari luar, pompa ini memanfaatkan tenaga aliran air yang jatuh dari tempat suatu sumber air dan sebagian dari air itu dipompa ketempat yang lebih tinggi. Pada berbagai situasi penggunaan pompa hydam memiliki banyak keuntungan dibandingkan dengan jenis pompa air lainnya, diantaranya tidak membutuhkan bahan bakar atau tambahan tenaga dari sumber lain, tidak membutuhkan pelumasan, bentuknya sangat sederhana, dan biaya pembuatannya serta pemeliharaannya sangat murah dan tidak membutuhkan keterampilan teknik yang tinggi untuk membuatnya. Selain itu pompa ini mampu bekerja 24 jam/hari. Pompa hydam sangat tepat untuk daerah yang penduduknya mempunyai keterampilan teknis yang terbatas, karena pemeliharaan yang dibutuhkan sangat sederhana. Tujuan dari penelitian ini adalah mendesain dan membuat pompa air tanpa menggunakan listrik dan bbm (Hydraulic Ram/ Pompa Hydam).

### Definisi Pompa Hydam

Pompa hydam merupakan pompa air yang bekerja menggunakan hentakan air untuk menaikkan air dari tempat yang rendah ke tempat yang tinggi secara otomatis dengan energi hidrolis air yang berasal dari air itu sendiri karena adanya tinggi air jatuh yang digunakan untuk menekan katup pada pompa hydam dan 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. Penggerak mula pompa hydam menggunakan energi akibat dari adanya perbedaan ketinggian permukaan air sumber dengan kedudukan pompa. Manfaat alat ini adalah memompa air ke tempat yang lebih tinggi. Tenaga air maksimum dapat dihasilkan 8 kali air terjunan. Kondisi yang umum digunakan pompa hydam adalah topografi yang sulit, sumber air jauh lebih rendah dari lokasi pemakai [2,3].

Persyaratan penerapan pompa hydam yang pertama adalah tersedianya air baku yang cukup dan kontinyu, tinggi terjunan air terhadap kedudukan pompa terpenuhi, tinggi lokasi yang akan disuplai dari kedudukan pompa proporsional, kemiringan menampung air baku dari pompa hydam antara kedudukan pompa dengan daerah yang disuplai [4,5].

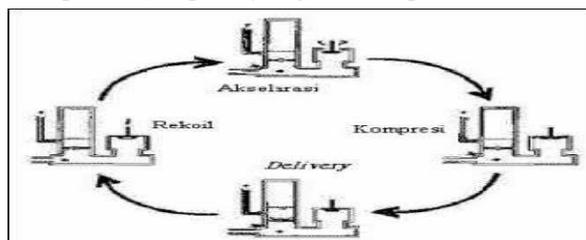
Penggunaan pompa hydam tidak terbatas hanya pada penyediaan air untuk kebutuhan rumah tangga saja, tetapi juga dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan air pada sektor lainnya. Untuk itu penggunaan pompa hydam dapat memberikan banyak manfaat diantaranya:

1. Untuk mengairi sawah dan ladang ataupun areal perkebunan yang membutuhkan pasokan air secara kontinyu. Hal ini cocok diterapkan di daerah pertanian dan persawahan tanah hujan yang tidak terjangkau oleh jaringan irigasi dan terletak di tempat yang lebih tinggi dari pada sumber air, karena pompa hydam dapat memompa air dari tempat yang rendah ketempat yang lebih tinggi dalam jumlah yang memadai.
2. Untuk mengairi kolam dalam usaha perikanan
3. Mampu menyediakan air untuk usaha peternakan.
4. Mampu memberi pasokan air untuk kebutuhan industri atau pabrik-pabrik pengolahan.
5. Air yang dihasilkan mampu menggerakkan turbin yang berputar karena kekuatan air yang masuk dari pompa hydam, sehingga dapat menghasilkan listrik bila dihubungkan dengan generator.

### Proses kerja pompa hydam

Mekanisme kerja pompa hydam adalah pelipat gandaan kekuatan pukulan sumber air yang merupakan *input* ke dalam tabung pompa hydam dan menghasilkan *output* air dengan volume tertentu sesuai dengan lokasi yang memerlukan. Dalam mekanisme ini terjadi proses perubahan energi kinetis berupa aliran air menjadi tekanan dinamis yang mengakibatkan timbulnya palu air, sehingga terjadi tekanan yang tinggi di dalam pipa. Dengan perlengkapan katup buang dan katup tekan yang terbuka dan tertutup secara bergantian, tekanan dinamik diteruskan kedalam tabung udara yang berfungsi sebagai kompresor, yang mampu mengangkat air dalam pipa penghantar.

Cara kerja pompa hydam berdasarkan posisi katup buang dan variasi kecepatan fluida terhadap waktu, dapat dibagi menjadi 4 periode, seperti yang terlihat pada **Gambar 1**.



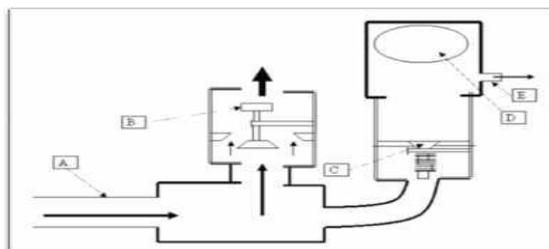
**Gambar 1.** Prinsip kerja pompa hydam

**Gambar 1** menjelaskan tentang cara kerja pompa hydam yang terbagi ke dalam 4 tahap, diantaranya:

1. Akselerasi.

Pada tahap ini katup buang terbuka dan air mulai mengalir dari sumber air melalui pipa input, memenuhi badan hydram dan keluar melalui katup buang. Akibat pengaruh ketinggian sumber air, maka air yang mengalir tersebut mengalami percepatan sampai kecepatannya mencapai nol. Posisi katup tekan masih tertutup. Pada kondisi awal seperti ini, tidak ada tekanan dalam tabung udara dan belum ada air yang keluar melalui pipa penyalur. **Gambar 2** berikut adalah skema pompa hidram pada tahapan akselerasi [6].

- A. PIPA PEMASUKAN
- B. KATUP BUANG
- C. KATUP TEKAN
- D. UDARA DALAM TABUNG
- E. PIPA KELUAR

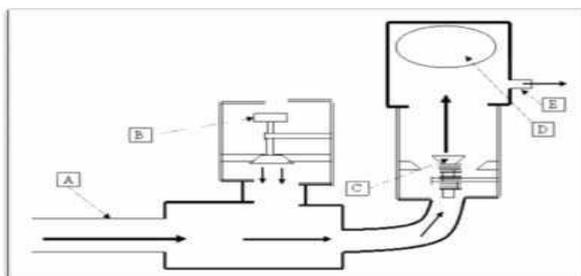


**Gambar 2.** Skema pompa hidram pada tahap akselerasi

### 2. Kompresi

Saat kompresi, air memenuhi badan pompa. katup buang terus menutup dan akhirnya tertutup penuh. Pada saat itu air bergerak sangat cepat dan tiba ke segala arah yang kemudian mengumpulkan energi gerak yang berubah menjadi energi tekan. Pada pompa hidram yang baik, proses menutupnya katup buang terjadi sangat cepat. Skema pompa hidram saat kompresi dapat dilihat pada **Gambar 3** [6].

- A. PIPA PEMASUKAN
- B. KATUP BUANG
- C. KATUP TEKAN
- D. UDARA DALAM TABUNG
- E. PIPA PENYALUR



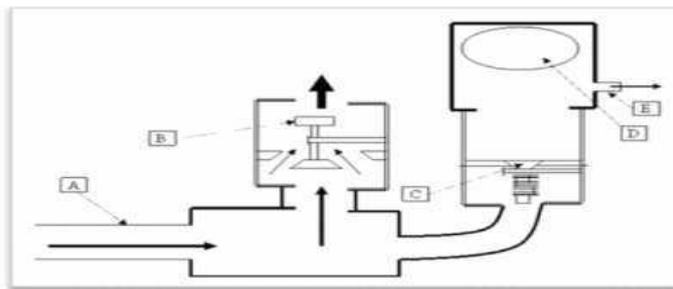
**Gambar 3.** Skema pompa hidram pada tahap kompresi

### 3. Pengantar

Pada tahapan yang ketiga ini, keadaan 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 tekan 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. Skema pada tahap ini dapat dilihat pada **Gambar 4**.

- A. PIPA PEMASUKAN
- B. KATUP BUANG
- C. KATUP TEKAN
- D. UDARA DALAM TABUNG

## E. PIPA PENYALUR

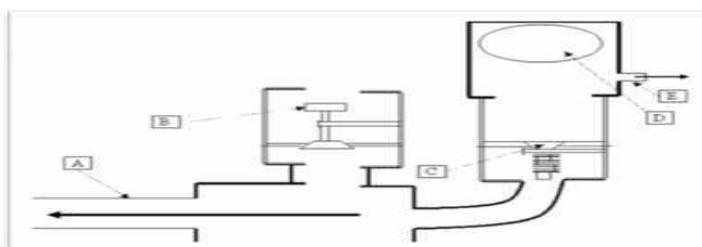


**Gambar 4** Skema pompa hydram pada tahap pengatur

### 4. Rekoil

Katup tekan tertutup dan tekanan di dekat katup tekan masih lebih besar dari pada tekanan statis di pipa masuk, sehingga aliran berbalik arah dari badan hydram menuju sumber air. 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 buang itu sendiri, maka katup buang kembali terbuka. Tekanan air pada pipa kembali ke tekanan statis sebelum siklus berikutnya terjadi [6].

- A. PIPA PEMASUKAN
- B. KATUP BUANG
- C. KATUP TEKAN
- D. UDARA DALAM TABUNG
- E. PIPA PENYALUR



**Gambar 5.** Skema pompa hydram pada tahap recoil

### Komponen Pompa Hydram

Pompa hydram terdiri dari beberapa komponen yang membentuk suatu sistem, yang meliputi katup buang, katup tekan, tabung udara, pipa masuk/penghantar, dan pipa keluar/penyalur.

#### 1. Katup buang

Katup buang merupakan salah satu komponen terpenting pompa hydram, oleh sebab itu katup buang harus dirancang dengan baik sehingga berat dan gerakannya dapat disesuaikan. Fungsi katup buang sendiri untuk mengubah energi kinetik fluida kerja yang mengalir melalui pipa pemasukan menjadi energi tekanan dinamis fluida yang akan menaikkan fluida kerja menuju tabung udara.

Katup buang dengan beban yang berat dan panjang langkah yang cukup jauh memungkinkan fluida mengalir lebih cepat, sehingga saat katup buang menutup, akan terjadi lonjakan tekanan yang cukup tinggi, yang dapat mengakibatkan fluida kerja terangkat menuju tabung udara. Sedangkan katup buang dengan beban ringan dan panjang langkah lebih pendek, memungkinkan terjadinya denyutan yang lebih cepat sehingga debit air yang terangkat akan lebih besar dengan lonjakan tekanan yang lebih kecil.

#### 2. Katup Tekan

Katup tekan adalah sebuah katup satu arah yang berfungsi untuk menghantarkan air dari badan hydram menuju tabung udara untuk selanjutnya dinaikkan menuju tangki penampungan. Katup tekan harus dibuat satu arah agar air yang telah masuk ke dalam tabung udara tidak dapat kembali lagi ke dalam badan hydram. Selain itu, katup tekan juga harus mempunyai lubang yang besar sehingga memungkinkan air yang dipompa memasuki ruang udara tanpa hambatan pada aliran.

#### 3. Tabung Udara

Udara dalam tabung udara secara perlahan – lahan akan ikut terbawa ke dalam pipa penyalur karena pengaruh turbulensi air. Akibatnya, udara dalam pipa perlu diganti dengan udara baru melalui katup udara.

Ukuran katup udara harus disesuaikan sehingga hanya mengeluarkan semprotan air yang kecil setiap kali langkah kompresi. Jika katup udara terlalu besar, udara yang masuk akan

terlampau banyak dan ram hanya akan memompa udara. Namun jika katup udara kurang besar, udara yang masuk terlampau sedikit, ram akan bergetar hebat, memungkinkan tabung udara pecah. Oleh karena itu, katup udara harus memiliki ukuran yang tepat.

Beberapa versi menyebutkan bahwa katup udarah di perlukan ke beradaannya dalam pompa hydram, namun banyak versi lainnya mengataka katup udarah ini tidak harus ada dalam pompa hydram, sehingga penggunaanya tergantung pada masing- masing induvidu yang membuat.

#### 4. Katup udara

Udara dalam tabung udara secara perlahan – lahan akan ikut terbawa kedalam pipa penyalur karena pengaruh turbulensi air. Akibatnya, udara dalam pipa perlu diganti dengan udara baru melalui katup udara.

Ukuran katup udara harus disesuaikan sehingga hanya mengeluarkan semprotan air yang kecil setiap kali langkah kompresi. Jika katup udara terlalu besar, udara yang masuk akan terlampau banyak dan ram hanya akan memompa udara. Namun jika katup udara kurang besar, udara yang masuk terlampau sedikit, ram akan bergetar hebat, memungkinkan tabung udara pecah. Oleh karena itu, katup udara harus memiliki ukuran yang tepat.

Beberapa versi menyebutkan bahwa katup udarah diperlukan keberadaannya dalam pompa hydram, namun banyak versi lainnya mengataka katup udarah ini tidak harus ada dalam pompa hydram, sehingga penggunaanya tergantung pada masing- masing induvidu yang membuat.

#### 5. Pipa masuk /pengantar

Pipa masuk atau biasa disebut pipa penghantar adalah bagian yang sangat penting dari sebuah pompa hydram. Dimensi pipa penghantar harus diperhitungkan dengan cermat, karena sebuah pipa penghantar harus dapat menahan tekanan tinggi yang disebabkan oleh menutupnya katup buang secara tiba-tiba. Selain itu, pipa penghantar harus terbuat dari bahan yang tidak fleksibel untuk menghasilkan efisiensi yang maksimal. Biasanya pipa penghantar ini menggunakan pipa besi yang digalvanisir, tetapi bisa juga menggunakan bahan yang di bungkus dengan beton.

Untuk mengurangi kerugian-kerugian akibat gesekan, maka dalam penentuan panjang pipa penghantar harus berkisar antara 150-1000 kali dari ukuran diameternya. Untuk mengetahui ukuran-ukuran pipa penghantar yang sesuai dengan ketentuan tersebut maka dapat dilihat referensi pada **Tabel 1** yang menunjukkan panjang minimum dan maksimum pipa penghantar yang dianjurkan pada setiap ukuran diameter. **Tabel 1** Panjang pipa penghantar berdasarkan diameternya.

**Tabel 1.** Panjang pipa penghantar berdasarkan diameternya

Diameter pipa penghantar (mm)	Panjang (m)	
	Minimum	Maksimum
13	2	13
20	3	20
25	4	25
30	4,5	30
40	6	40
50	7,5	50
80	12	80
100	15	100

Sumber : <http://www.Lifewater.Org/reouces/rws4d5.Html> [7]

Sedangkan untuk menentukan diameter pipa penghantar biasanya dapat disesuaikan dengan ukuran pompa hydram yang direkomendasikan oleh pabrik seperti yang tertera pada **Tabel 2**.

**Tabel 2.** Diameter pipa penghantar berdasarkan ukuran pompa

Ukuran pompa hidram (inchi)	Diameter pipa penghantar (mm)
1	32
2	38
3	51
3,5	63,5
4	76
5	101
6	127

Sumber : <http://www.lifewater.org/resources/rws4/rws4d5.html>[ 7]

Berdasarkan ukuran pompa hydram maupun pipa penghantar, maka dapat diketahui debit air yang dibutuhkan pipa penghantar seperti terlihat pada **Tabel 3** di bawah ini.

**Tabel 3.** Debit air yang dibutuhkan pipa penghantar

Ukuran pompa hidram (inchi)	Debit yang dibutuhkan pipa penghantar (liter/menit)
1	7-16
2	12-25
3	27-25
3,5	45-96
4	68-137
5	136-270
6	180-410

Sumber : <http://www.lifewater.org/resources/rws4/rws4d5.html> [7]

#### 6. Pipa keluar/penyalur

Pipa keluar atau biasa disebut pipa penyalur merupakan pipa yang berfungsi untuk mengalirkan air hasil pemompaan yang berasal dari tabung udara. Ukuran diameter pipa penyalur biasanya lebih kecil dari ukuran diameter pipa penghantar, sedangkan ukuran panjangnya disesuaikan dengan ketinggian yang dibutuhkan.

#### 7. Tandon Air

Tandon air dipasang ditempat dimana air dibutuhkan. Fungsi dari tandon adalah untuk menampung air yang telah dipompa naik oleh pompa hidram. Ukuran tandon tergantung dari kapasitas yang dibutuhkan.

#### Faktor Penting Dalam Pembuatan Pompa Hydrum

Dalam pengoperasian pompa hydrum sering ditemukan beberapa kendala, yang paling banyak dijumpai adalah katup buang yang tidak berfungsi dengan baik, misalnya:

1. Tidak dapat naik/menutup, disebabkan beban katup terlalu berat atau kurangnya debit air yang masuk pompa. Hal ini dapat diatasi dengan mengurangi beban atau memperpendek langkah katup buang.
2. Katup tidak mau turun/membuka, disebabkan karena beban katup terlalu ringan, sehingga dapat diatasi dengan menambah beban atau memperpanjang langkah katup buang. Agar pompa hydrum dapat bekerja sesuai dengan yang direncanakan, maka dalam proses pembuatannya harus memperhatikan beberapa faktor penting, diantaranya:
  - 1) Diameter pipa pemasukan/penghantar supaya ditentukan dan di hitung sehingga tidak dapat menyerap seluruh debit air dari sumber air yang digunakan, dalam artian masih ada air yang melimpah dari tempat sumber air selama pemompaan bekerja. Hal ini bertujuan untuk menjaga kestabilan tinggi jatuh air dari sumber ke pompa.
  - 2) Diameter pipa untuk tabung udara sebaiknya dibuat lebih besar dari pada diameter badan pompa
  - 3) Diameter lubang katup buang dan lubang katup tekan sebaiknya dibuat lebih besar dari pada diameter pipa pemasukan/penghantar.
  - 4) Sudut miring pipa pemasukan/penghantar dibuat antara 7 °- 12° dengan panjang pipa dibuat 5 – 8 kali tinggi jatuh air.
  - 5) Selama pompa bekerja supaya tinggi angkat katup dan pemberat katup buang diatur sehingga katup dapat terangkat dan tertutup sebanyak 50 – 60 kali setiap menit

#### Efisiensi Pompa Hydrum

Untuk mencari efisiensi pompa hydrum, terdapat beberapa rumus atau persamaan yang dapat digambarkan dalam perhitungan, di antaranya adalah:

1. Menurut D'Aubuisson dalam referensi [8]

Menurut D'Aubuisson, perhitungan efisiensi pompa hydrum berpatokan pada katup buang untuk digunakan sebagai datum Sehingga dapat dirumuskan dengan persamaan 1:

$$\eta = \frac{q(H+h)}{(Q+q)h} \quad (1)$$

dimana:

- $\eta$  = efisiensi pompa hidram (%)
- $q$  = debit hasil, (meter<sup>3</sup>/detik)
- $Q$  = debit limbah, (meter<sup>3</sup>/detik)
- $h$  = head keluar, (meter)
- $H$  = head masuk, (meter)

2. Menurut Rankine referensi [8]

Menurut Rankine, permukaan air pada tangki pemasukan digunakan sebagai datum sehingga dapat dirumuskan dengan persamaan 2 :

$$\eta = \frac{q h}{Q H} \quad (2)$$

dimana:

$\eta$  = efisiensi pompa hydram

$q$  = debit hasil, (meter<sup>3</sup>/detik)

$Q$  = debit limbah, (meter<sup>3</sup>/detik)

$h$  = head keluar, (meter)

$H$  = head masuk, (meter)

Selain menggunakan rumus/persamaan efisiensi menurut metode D'Aubuisson dan Rankine, efisiensi pompa hydram dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3:

$$\eta = Q_{out} / Q_{in} \quad (3)$$

dimana:

$\eta$  = efisiensi pompa hydram (%)

$Q_{out}$  = debit air yang keluar/dihasilkan (liter/menit)

$Q_{in}$  = debit air yang masuk (liter/menit)

### Metode

Perakitan komponen pompa hidram dilakukan di bengkel untuk komponen minor dan di lapangan untuk komponen mayor seperti katup limbah tabung, sambungan dan instalasi pemipaan lainnya. Perakitan dengan mengacu pada gambar umum seperti ditunjukkan pada pada **Gambar 1**. Bagian komponen mayor dapat dilihat pada bagian lampiran laporan ini.



**Gambar 1.** Layout perancangan pompa hidram

### Hasil dan Pembahasan

#### A. Hasil Perancangan Alat di Lapangan

Perakitan dan pembuatan komponen dari pompa hidram dilakukan di bengkel D3 Teknik Mesin UHO yang kemudian dilakukan perakitan komponen major pompa hidram dan pengujian di lapangan seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2**.



**Gambar 2.** Perakitan komponen utama pompa hidram dan pengujian kinerja pompa di lapangan

B. Pengujian Kinerja Alat

Pengujian pompa hidram dilakukan dengan pengukur debit dan tekanan air yang dihasilkan dari pompa seperti ditunjukkan pada **Gambar xy**



**Gambar 3.** Pengujian de4bit aliran dan tekanan air pompa

Percobaan yang telah dilaksanakan ada beberapa hasil yang dapat di ketahui yaitu:

1. Hasil percobaan pertama
  1. Debit air sebelum masuk dalam badan pompa hidram adalah 18 liter dalam waktu 1 menit.
  2. Debit air yang keluar dari pipa pengeluaran dalam waktu 3 menit adalah 4,5 liter
  3. Berat pemberat katup buang adalah 977,8 gram.

Pengujian dengan perhitungan kinerja sebagai berikut:

- Debit air sebelum masuk dalam badan pompa hidram pada waktu 60 sekon yaitu 18 liter

Dik:  $V = 18 \text{ liter}$   
 $t = 60 \text{ sekon}$   
 Dit:  $Q \dots\dots?$

Penyelesaian :

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$= \frac{18 \text{ l}}{60 \text{ s}}$$

$$= \frac{0,018 \text{ m}^3}{60 \text{ s}}$$

$$= 0,0003 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$= 0,018 \frac{\text{m}^3}{\text{menit}}$$

- Debit air yang terangkat dalam waktu 3 menit yaitu

Dik :  $V = 4,5 \text{ l} = \frac{4,5 \text{ l}}{1000 \text{ m}^3} = 0,0045 \text{ l}$   
 $t = 3 \text{ menit} = 3 \times 60\text{s} = 180\text{s}$   
 Dit :  $Q = \dots\dots?$

Penyelesaian :

$$Q = \frac{v}{t}$$

$$Q = \frac{0,0045 \text{ m}^3}{180 \text{ s}}$$

$$= 0,000025 \text{ m}^3 / \text{ s}$$

$$= 0,0015 \text{ m}^3 / \text{ menit}$$

2. Hasil Percobaan Kedua

Hasil percobaan kedua ini memiliki tiga tahap pengambilan data yaitu pengukuran debit air sebelum masuk dalam badan pompa hidram, pengukuran debit air masuk dalam badan pompa hidram dan pengukuran debit air terangkat oleh pompa hidram.

1. Pengukuran debit air sebelum masuk dalam badan pompa hidram

Debit air sebelum masuk dalam badan pompa hidram adalah 10 liter dalam waktu 4,43 sekon?

Dik  $V = 10 \text{ l}$   
 $t = 4,43 \text{ s}$

Ditanyakan :  $Q_{\text{tot}} \dots\dots?$

Penyelesaian :

$$Q_{\text{tot}} = \frac{v}{t}$$

$$= \frac{10 \text{ l}}{4,43 \text{ s}} = 2,25 \text{ l/s}$$

$$= \frac{2,25 \text{ l/s}}{1000 \text{ m}^3}$$

$$= 0,00225 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

2. Pengukuran debit air masuk dalam badan pompa hydram

- Debit air masuk dalam badan pompa hydram untuk 1 (satu) katup adalah 10 liter dalam waktu 5,11 sekon

Dik:  $V = 10 \text{ l}$

$t = 5,11 \text{ s}$

$Q_{\text{tot}} = 2,25 \text{ l/s}$

Dit:  $Q_1 \dots ?$

Penyelesaian :

$$Q_{\text{tot}} = \frac{v}{t}$$

$$= \frac{10 \text{ l}}{5,11 \text{ s}} = 1,956 \text{ l/s}$$

$$Q_1 = 2,25 \text{ l/s} - 1,956 \text{ l/s}$$

$$= 0,21 \text{ l/s}$$

- Debit air masuk dalam badan pompa hydram untuk 2 (dua) katup adalah 10 liter/2,25 sekon

Dik :  $v = 10 \text{ l}$

$t = 5,49 \text{ s}$

$Q_{\text{tot}} = 2,25 \text{ l/s}$

Dit :  $Q_2 = \dots ?$

Penyelesaian:

$$Q_{\text{tot}} = \frac{v}{t}$$

$$= \frac{10 \text{ l}}{5,49 \text{ s}}$$

$= 1,821 \text{ l/s}$

$$Q_2 = 2,25 \text{ l/s} - 1,821 \text{ l/s}$$

$$= 0,41 \text{ l/s}$$

- Debit air masuk dalam badan pompa hydram untuk 3 (tiga) katup adalah 10 liter/16,2 sekon

Dik :  $v = 10 \text{ l}$

$t = 5,49 \text{ s}$

$Q_{\text{tot}} = 2,25 \text{ l/s}$

Dit :  $Q_3 \dots ?$

Penyelesaian:

$$Q_{\text{tot}} = \frac{v}{t}$$

$$= \frac{10 \text{ l}}{16,2 \text{ s}}$$

$= 0,617 \text{ l/s}$

$$Q_3 = 2,25 \text{ l/s} - 0,617 \text{ l/s}$$

$$= 1,63 \text{ l/s}$$

- Debit air masuk dalam badan pompa hydram untuk 4 (empat) katup adalah 10 liter/17,5 sekon

Dik :  $v = 10 \text{ l}$

$t = 16,5 \text{ s}$

$Q_{\text{tot}} = 2,25 \text{ l/s}$

Dit :  $Q_4 \dots ?$

Penyelesaian:

$$Q_{\text{tot}} = \frac{v}{t}$$

$$= \frac{10 \text{ l}}{16,5 \text{ s}}$$

$= 0,59 \text{ l/s}$

$$Q_4 = 2,25 \text{ l/s} - 0,59 \text{ l/s}$$

$$= 1,66 \text{ l/s}$$

3. Pengukuran debit air terangkat oleh pompa hydram

- Debit air terangkat oleh pompa hydram untuk 4 (empat) katup adalah 5 liter/1,35 menit

Dik :  $V = 5 \text{ l} = \frac{5 \text{ l}}{1000 \text{ m}^3} = 0,005 \text{ m}^3$

$t = 1,35 \text{ Menit} = 95 \text{ s}$

Dit Q = .....?

$$\text{Penyelesaian : } Q = \frac{v}{t}$$

$$= \frac{0,005 \text{ m}^3}{95 \text{ s}}$$

$$= 5,263 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Debit air terangkat oleh pompa hydram untuk 3 (tiga) katup adalah 5 liter / 2,05 menit.

$$\text{Dik : } V = 5 \text{ l} = \frac{5 \text{ l}}{1000 \text{ m}^3} = 0,005 \text{ m}^3$$

$$t = 2,05 \text{ menit} = 125 \text{ s}$$

Dit : Q .....?

$$\text{Penyelesaian : } Q = \frac{v}{t}$$

$$= \frac{0,005 \text{ m}^3}{125 \text{ s}}$$

$$= 0,00004 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$= 0,0024 \text{ m}^3/\text{menit}$$

4. Debit air terangkat oleh pompa hydram untuk 2 (dua) katup adalah 5 liter / 3,38 menit.

$$\text{Dik : } V = 5 \text{ l} = \frac{5 \text{ l}}{1000 \text{ m}^3} = 0,005 \text{ m}^3$$

$$t = 3,38 \text{ menit} = 218 \text{ s}$$

Dit : Q .....?

$$\text{Penyelesaian : } Q = \frac{v}{t}$$

$$= \frac{0,005 \text{ m}^3}{218 \text{ s}}$$

$$= 0,0000229 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$= 0,001374 \text{ m}^3/\text{menit}$$

Debit air terangkat oleh pompa hydram untuk 1 (satu) katup, tidak bisa menghasilkan air dengan ketinggian 8,10 meter dan jarak 10,50 meter.

### Pembahasan

#### *Pembahasan hasil penelitian pertama*

Dari hasil penelitian pertama yang kami lakukan maka memperoleh data laju aliran(debit) air pada pompa hydram adalah  $Q = 0,0003 \text{ m}^3/\text{s}$  dengan tinggi instalasi rangka mencapai 3 meter, dan output (keluaran) air dalam waktu 3 menit menghasilkan debit air sebesar  $0,000025 \text{ m}^3/\text{s}$ , dengan ketinggian hasil daya angkat dari pompa hydram adalah 8,10 meter dengan jarak tempu 10,50 meter, dengan berat masing-masing pemberat adalah 977,8 gram, dengan menggunakan 4 pemberat dengan jumlah total keseluruhan pemberat adalah 3,911.2 kg.

#### *Pembahasan hasil penelitian kedua*

Dari hasil penelitian kedua yang kami melakukan maka pengukuran laju aliran(debit) air sebelum masuk dalam pompa hydram adalah  $Q_{\text{tot}} = 0,00225 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$ , Debit air masuk dalam badan pompa hydram untuk 1 (satu) katup adalah  $Q_1 = 0,21 \text{ l}/\text{s}$ , Debit air masuk dalam badan pompa hydram untuk 2 (dua) katup adalah  $Q_2 = 0,41 \text{ l}/\text{s}$ , Debit air masuk dalam badan pompa hydram untuk 3 (tiga) katup adalah  $Q_3 = 1,63 \text{ l}/\text{s}$  dan debit air masuk dalam badan pompa hydram untuk 4 (empat) katup adalah  $Q_4 = 0,571 \text{ l}/\text{s}$ . Sedangkan untuk debit air terangkat untuk 4 (empat) katup adalah  $Q_4 = 5,263 \text{ m}^3/\text{s}$ , debit air terangkat untuk 3 (tiga) katup adalah  $Q_3 = 0,00004 \text{ m}^3/\text{s}$ , debit air terangkat untuk 2 (dua) katup adalah  $Q_2 = 0,001374 \text{ m}^3/\text{menit}$ , dan debit air terangkat oleh pompa hydram untuk 1 (satu) katup, tidak bisa menghasilkan air dengan ketinggian 8,10 meter dan jarak 10,50 meter.

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Desain ini sangat cocok di terapkan di pedesaan yang belum teraliri listrik.
2. Hasil penelitian pertama adalah  $Q = 0,0003 \text{ m}^3/\text{s}$ , output (keluar) dalam waktu 3 menit menghasilkan debit sebesar  $0,000025 \text{ m}^3/\text{s}$  dengan head 8,10 meter dari permukaan tanah dan jarak 10,50 meter dari tabung udara. Sedangkan hasil penelitian kedua yang kami lakukan maka pengukuran laju aliran (debit) air sebelum masuk dalam badan pompa hydram adalah  $Q_{\text{Tot}} = 0,00225 \text{ m}^3/\text{s}$ , debit air masuk dalam badan pompa hydram untuk 1 (satu) katup adalah  $Q_1 = 0,21 \text{ l}/\text{s}$ , debit air masuk dalam badan pompa hydram untuk 2 (dua) katup adalah  $Q_2 = 0,41 \text{ l}/\text{s}$ , debit air masuk untuk 3 (tiga) katup adalah  $Q_3 = 1,63 \text{ l}/\text{s}$ , dan debit air masuk untuk 4 (empat) katup yaitu  $Q_4 = 0,571 \text{ l}/\text{s}$ . Sedangkan debit air terangkan untuk 4 (empat) katup adalah  $Q_4 = 5,263 \text{ m}^3/\text{s}$ , debit air terangkat untuk 3 (tiga) katup adalah  $Q_3 = 0,00004 \text{ m}^3/\text{s}$ , debit air terangkat untuk 2 (dua) katup adalah  $Q_2 = 0,001374 \text{ m}^3/\text{s}$ , dan debit air terangkat oleh pompa hydram untuk 1 (satu) katup tidak bisa menghasilkan air dengan ketinggian 8,10 meter dan jarak 10,50 meter.

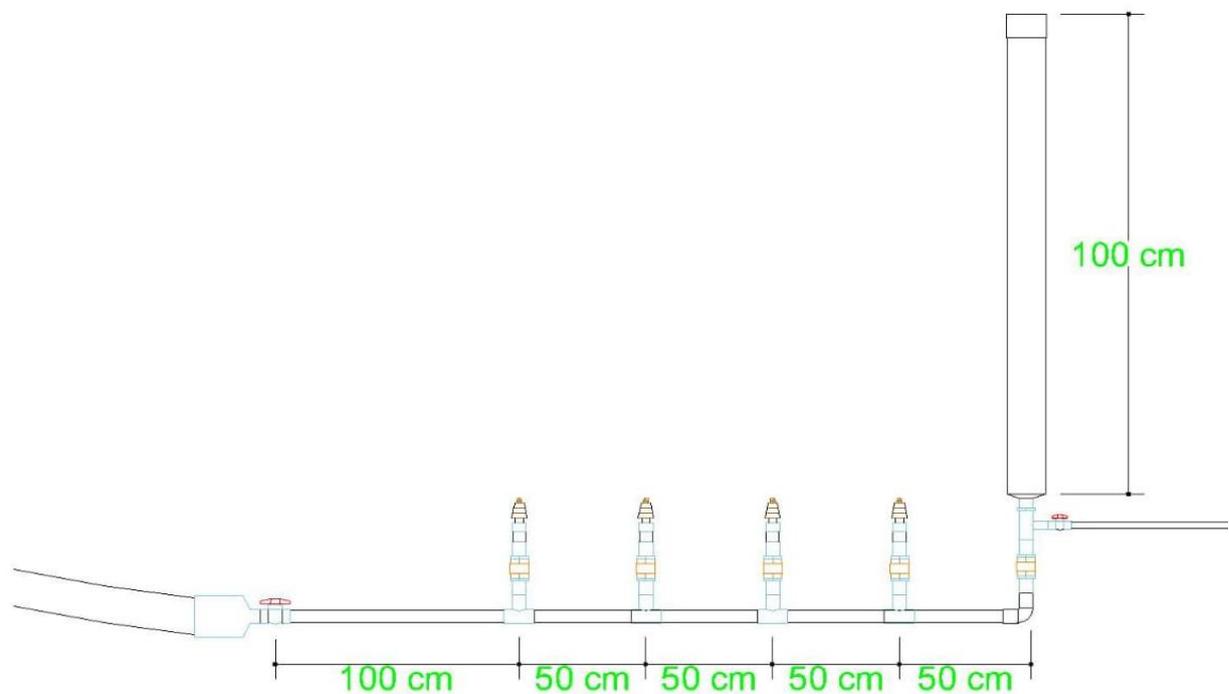
### Daftar pustaka

- [1] Balitbang PU, 2005, *Penjelasan Teknologi Pompa Hidram, PT Medias*, Jakarta. Yayasan Penerbit PU
- [2] E. Supriyanto, F. Ubaidillah, G. Jatisukamto, "Upaya Pengadaan Air Bersih melalui Pembuatan Pompa Hidram", Laporan Penelitian, FMIPA, Universitas Jember, 2004.
- [3] R. Sutanto, A. Mulyanto, dan K. Wardani, "PENGEMBANGAN POMPA HYDRAM (HYDROULIC RAM PUMP) SEBAGAI ALTERNATIF PENYEDIA AIR IRIGASI", Jurnal Abdi Insani Unram Volume 4 Nomor 2, September 2017
- [4] Muhamad Jafri, 2) Gusnawati, 3) Apriyanto Banamtuan, "Analisa Beda Tinggi Katup dan Variasi Diameter Pipa Inlet Terhadap Unjuk Kerja Pompa Hidram Ukuran Dua Inch", LONTAR Jurnal Teknik Mesin Undana, Vol. 03, No. 01, pp. 71-76, April 2016.
- [5] S. I Wahyudi, F. Fachrudin, "Korelasi Tekanan dan Debit Air", Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UNISSULA, Semarang, 2008
- [6] S.N. Mohammed, "Design and Construction of A Hydraulic Ram Pump", Department of Mechanical Engineering, Federal University of Technology. Minna, Nigeria, 2007.
- [7] Lifewater.org, "<http://www.lifewater.org/resources/rws4/rws4d5.html>" diakses 24 April 2020
- [8] International Development Research Centre, "Designing a Hydraulic Ram Pump", USA, 2005.

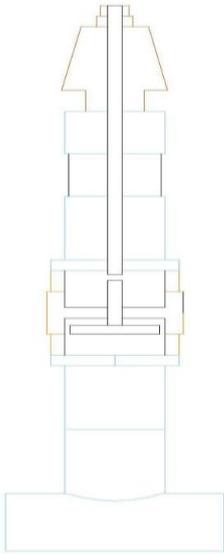
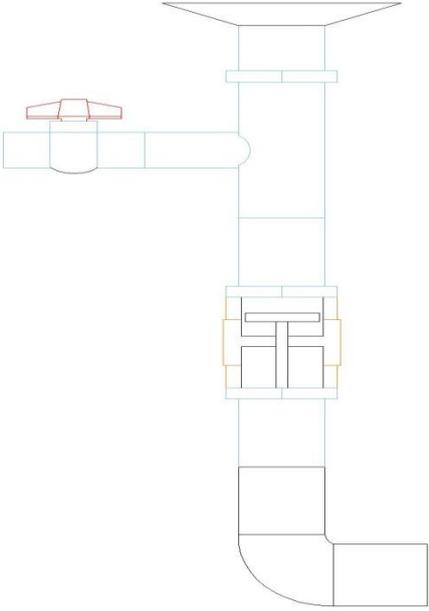
### Pernyataan Penulis

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dalam publikasi artikel ini. Semua penulis menyetujui penerbitan artikel ini.

### Lampiran



Gambar 4. Tampak Samping

<b>Komponen Utama Pompa hidram</b>		
		
Tabung Udara	Katup Limbah	Katup Udara