

## PENGARUH JARAK KATUP LIMBAH DENGAN KATUP PENGHANTAR TERHADAP EFISIENSI HIDRAM

**Gibran Rausyanfikri Mulyadi, I Gede Eka Lesmana, Rovida Camalia Hartantrie**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila

E-mail: gibranrm86@gmail.com

**Abstrak**--Masyarakat yang belum terjangkau listrik akan kesulitan dalam memperoleh air bersih dan harus menempuh perjalanan yang jauh . Sumber air ini bisa berada pada daerah dataran tinggi maupun rendah, jika pemukiman penduduk berada di bawah sumber air tentunya bukan masalah. Bagaimana jika, sumber air tersebut berada jauh dibawah permukaan rumah penduduk hal ini memerlukan alat yang berguna untuk menyalurkan air agar bisa di dapatkan dengan mudah oleh penduduk. Oleh karena itu, dibutuhkanlah sebuah pompa air, namun karena suplai listrik yang belum tentu tersedia maka dibutuhkanlah pompa tanpa energi listrik melainkan menggunakan energi air tersebut yaitu pompa hidraulik ram (Hidram). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efisiensi unjuk kerja pompa hidrolis ram dengan variasi Jarak antara katup limbah dengan katup penghantar dan Metode penelitian melalui perancangan pompa hidram dengan pengamatan pengaruh jarak katup limbah dengan katup penghantar (215 mm, 230 mm dan 245 mm). Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi tertinggi pompa hidram adalah 2,88 % menurut efisiensi D'Aubuisson dan 1,15 % menurut efisiensi Rankine pada jarak katup limbah dengan katup penghantar pada jarak 245 mm. Faktor Jarak antara katup limbah dengan katup penghantar berpengaruh terhadap debit pemompaan, debit buang, dan efisiensi pompa hidram.

**Kata kunci:** Pompa hidram, pipa masuk, katub buang, dan efisiensi

**Abstract**--Communities that have not reached the electricity will have difficulty in obtaining clean water and have to travel far. This water source can be in the highlands and lowlands, if the settlement is under the water source is certainly not a problem. What if, the water source is far below the surface of the resident's house this requires a useful tool to channel water to be easily obtained by residents. Therefore, it is needed a water pump, but because of the electricity supply that is not necessarily available then needed a pump without electric energy but using the water energy is the hydraulic pump ram (Hydrum). This research was conducted to know the efficiency of hydraulic pump ram performance with variation of distance between the valve of the waste with the conductive valve and the research method through design of hydrum pump with observation of the influence of the valve distance of the waste with the delivery valve (215 mm, 230 mm and 245 mm). The results showed that the highest efficiency of hydra pumps was 2.88% according to D'Aubuisson efficiency and 1.15% according to Rankine efficiency at the distance of the effluent valve with the delivery valve at a distance of 245 mm. Factor The distance between the effluent valve and the delivery valve affects the discharge of pumping, discharge, and hydra pump efficiency.

**Keywords:** Hydrum pump, inlet pipe, exhaust valve, and efficiency

### 1. PENDAHULUAN

Air merupakan sumber kehidupan bagi setiap makhluk. Khususnya dalam hal ini adalah manusia , dimana air ini sangat dibutuhkan baik dipertanian maupun dipedesaan. Masyarakat yang belum terjangkau listrik akan kesulitan dalam memperoleh air bersih dan harus menempuh perjalanan yang jauh . Sumber air ini bisa berada pada daerah dataran tinggi maupun rendah , jika pemukiman penduduk berada di bawah sumber air tentunya bukan masalah. Bagaimana jika, sumber air tersebut berada di jauh dibawah permukaan penduduk hal ini memerlukan alat yang berguna untuk menyalurkan air agar bisa di dapatkan dengan mudah oleh penduduk . Oleh karena itu maka dibutuhkanlah sebuah pompa air , namun karena suplai listrik yang belum tentu tersedia maka dibutuhkanlah pompa tanpa energi

listrik melainkan menggunakan energi air tersebut yaitu pompa hidraulik ram (Hidram) [2].

Dimana pompa hidram adalah salah satu alat yang digunakan untuk mengangkat air dari suatu tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi dengan memanfaatkan energy potensial sumber air yang akan dialirkan. Pompa hidram mengalirkan air secara kontinyu dengan menggunakan energi potensial sumber air yang akan dialirkan sebagai daya penggerak tanpa menggunakan sumber energi luar [2].

Beberapa penelitian yang dilakukan terhadap hidram guna menemukan efisiensi terbesar yaitu "Rancang Bangun Dan Uji Eksperimental Pengaruh Variasi Panjang *Driven Pipe* Dan Diameter *Air chamber* terhadap Efisiensi Pompa Hidram" , "Rancang Bangun Pompa Hidram Dan Pengujian Pengaruh Variasi Tinggi Tabung Udara Dan Panjang Pipa Pemasukan Terhadap Unjuk

Kerja Pompa Hidram”, “Pengaruh Variasi Panjang Pipa Masuk (*Drive Pipe*) Dan Beban Katup Buang (*Waste Valve*) Terhadap Efisiensi Pompa Hidram”, “Pengaruh Diameter Tabung Udara Dan Jarak Lubang Pipa Tekan Dengan Katup Pengantar Terhadap Efisiensi Pompa Hidram” dan “Pengaruh Diameter Membran Pada Pompa Hidram Terhadap Tekanan Yang Terjadi Pada Pipa Buang Jenis Pvc “ dimana masih banyak bagian dari pompa hidram yang perlu diteliti guna mendapatkan hasil terbaik. Oleh karena itu, penulis melakukan penelitian tentang “Pengaruh Jarak Katup Limbah Dengan Katup Pengantar Terhadap Efisiensi Hidram”. Dalam proses menganalisis efisiensi dari pompa hidram maka jarak antara katup limbah dan katup pengantar yang akan diteliti memiliki jarak 215 mm, 230 mm, dan 245 mm.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui Pengaruh Jarak Katup Limbah Dengan Katup Pengantar Terhadap Efisiensi Hidram.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Prinsip Kerja Pompa Hidrolik Ram

Prinsip kerja pompa hidrolik ram adalah melipat gandakan kekuatan pukulan air pada rumah pompa, sehingga terjadi perubahan energi kinetik menjadi tekanan dinamik yang mengakibatkan terjadinya palu air (*water hammer*) dan terjadi tekanan tinggi di dalam pompa. *Water hammer* adalah hentakan tekanan atau gelombang air yang disebabkan oleh energi kinetik air dalam gerakannya ketika tenaga air ini dihentikan atau arahnya dirubah secara tiba-tiba. Tekanan dinamik diteruskan ke dalam tabung udara yang berfungsi sebagai penguat tekanan air dan memaksa air naik ke pipa pengantar [3].

### 2.2 Perhitungan

1. Kenaikan head tekanan [1]

$$\Delta H_p = \frac{c(V_1 - V_2)}{g}$$

Dimana:

$\Delta H_p$  = kenaikan head tekanan (m)

$V_1$  = Kecepatan aliran air dalam pipa sebelum valve menutup (m/s)

$V_2$  = kecepatan aliran air didalam pipa sesudah valve menutup (m/s)

$c$  = Kecepatan gelombang suara didalam air (m/s)

$g$  = percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )

2. Tekanan kejut pada palu air (*pressure shock*) [1]

$$P_s = v \cdot v_s \cdot \rho$$

Dimana:

$P_s$  = *pressure shock* ( $N/m^3$ )

$v$  = kecepatan aliran masuk (m/s)

$v_s$  = kecepatan aliran balik (m/s)

$\rho$  = massa jenis air ( $kg/m^3$ )

3. Kecepatan aliran balik [1]

$$V_s = \sqrt{\frac{k}{\rho}}$$

Dimana:

$V_s$  = kecepatan aliran balik (m/s)

$k$  = modulus bulk air ( $GN/m^2$ )

$\rho$  = massa jenis air ( $kg/m^3$ )

4. Efisiensi D'Aubuisson [1]

$$\eta = \frac{Q_s \cdot H_s}{(Q_s + Q_w) H_d} \cdot 100\%$$

Keterangan:

$\eta$  = efisiensi hidram D'Aubuisson (%)

$Q_s$  = debit hasil ( $m^3/s$ )

$Q_w$  = debit buang ( $m^3/s$ )

$H_s$  = head keluar (m)

$H_d$  = head masuk (m)

5. Efisiensi menurut Rankine<sup>[4]</sup>

$$\eta_R = \frac{Q_s \cdot (H_s - H_d)}{(Q_s + Q_w) H_d} \cdot 100\%$$

Keterangan:

$\eta_R$  = efisiensi hidram menurut Rankine (%)

$Q_s$  = debit hasil ( $m^3/s$ )

$Q_w$  = debit buang ( $m^3/s$ )

$H_s$  = head keluar (m)

$H_d$  = head masuk (m)

## 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Pancasila. Variabel dalam penelitian ini adalah:

- a. Variabel Bebas

- Diameter katup limbah 2 inch dan 2.5 inch
- Variasi jarak antara katup limbah dengan katup pengantar yaitu: 215 mm, 230 mm dan 245 mm

- b. Variabel terikat

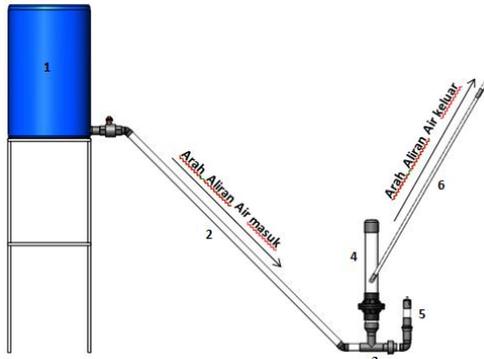
- Debit pemompaan (q)
- Debit buang (Q)
- Jumlah ketukan katup buang (N)
- Efisiensi pompa hidram ( $\eta$ )

### 3.1 Skema Pompa Hidram

Gambar 1 Skema Penelitian Pompa Hidram

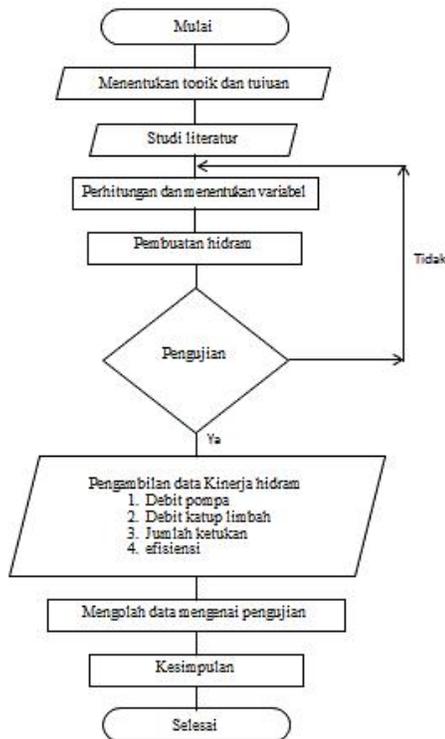
Keterangan gambar:

1. *Drum air*
2. Pipa Masuk (*Drive Pipe*)
3. Badan Hidram
4. Tabung udara
5. Katup Buang (*Waste Valve*)
6. Pipa Penghantar (*Delivery Pipe*)



Gambar 3.1 Skema Pompa Hidram

**3.2 Diagram Alir Penelitian**



Gambar 3.2 diagram alir penelitian

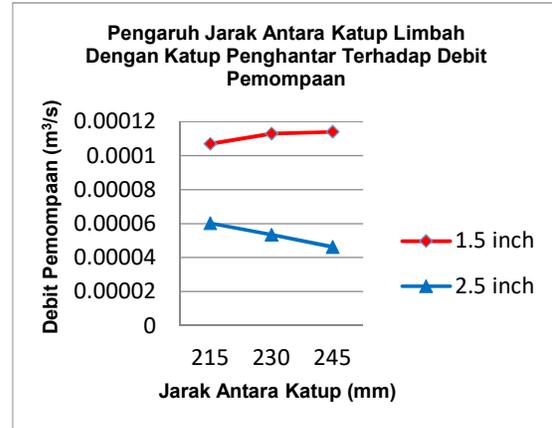
**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dari hasil penelitian diperoleh data dan dapat dibuat grafik sebagai berikut:

1. Pengaruh jarak katup limbah dan katup penghantar terhadap debit pemompaan

Tabel 4.1 Debit Pemompaan

Katup limbah	Jarak antara katup (mm)	Debit pemompaan (m <sup>3</sup> /s)
1,5 inch	215	0,000107
	230	0,000113
	245	0,000114
2,5 inch	215	0,0000602
	230	0,0000534
	245	0,0000463



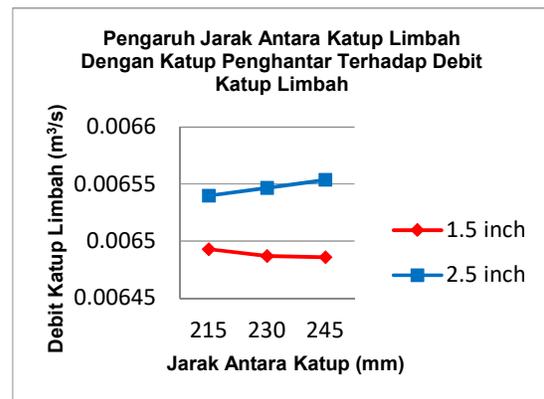
Gambar 4.1 Grafik Debit Pemompaan

Dari grafik debit pemompaan diatas didapatkan debit optimum pada ukuran katup limbah berdiameter 1,5 inch dan jarak antara katup limbah dengan katup penghantar 245 mm yaitu 0,000114 m<sup>3</sup>/s sedangkan debit minimum terdapat pada ukuran katup limbah diameter 2,5 inch dan jarak antara katup limbah dengan katup penghantar 245 mm yaitu 0,0000463 m<sup>3</sup>/s.

2. Pengaruh jarak katup limbah dan katup penghantar terhadap debit air terbuang

Tabel 4.2 Debit Katup Limbah

Katup limbah	Jarak antara katup (mm)	Debit katup limbah (m <sup>3</sup> /s)
1,5 inch	215	0,006493
	230	0,006487
	245	0,006486
2,5 inch	215	0,0065398
	230	0,0065466
	245	0,0065537



Gambar 4.2 grafik debit katup limbah

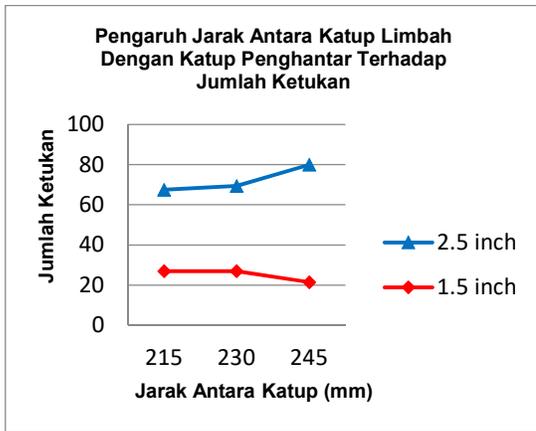
Dari grafik debit katup limbah diatas didapatkan debit katup limbah terbanyak pada ukuran katup limbah diameter 2,5 inch dan jarak antara katup limbah dengan katup penghantar 245 mm sedangkan debit katup limbah minimum

terdapat pada ukuran katup limbah diameter 1,5 inch dan jarak antara katup limbah dengan katup penghantar 245 mm.

3. Pengaruh jarak katup limbah dan katup penghantar terhadap jumlah ketukan katup buang

Tabel 4.3 Jumlah Ketukan

Katup limbah	Jarak antara katup (mm)	Jumlah ketukan (ketukan)
1,5 inch	215	27
	230	27
	245	21,5
2,5 inch	215	40,5
	230	42,5
	245	58,5



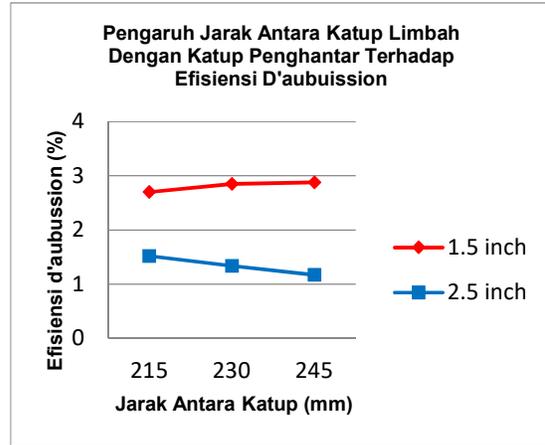
Gambar 4.3 Grafik Jumlah Ketukan Palu Air

Dari grafik jumlah ketukan palu air diatas didapatkan jumlah ketukan optimum pada ukuran katup limbah diameter 2,5 inch dan jarak antara katup limbah dengan katup penghantar 245 mm yaitu 58,4 ketukan sedangkan jumlah ketukan minimum terdapat pada ukuran katup limbah diameter 1.5 inch dan jarak antara katup limbah dengan katup penghantar 245 mm yaitu 21,5 ketukan.

4. Hubungan jarak katup limbah dan katup penghantar terhadap efisiensi D'Aubussion

Tabel 4.4 Efisiensi D'aubuission

Katup limbah	Jarak Antara katup (mm)	Efisiensi D'aubuission (%)
1,5 inch	215	2,7
	230	2,85
	245	2,88
2,5 inch	215	1,52
	230	1,34
	245	1,17



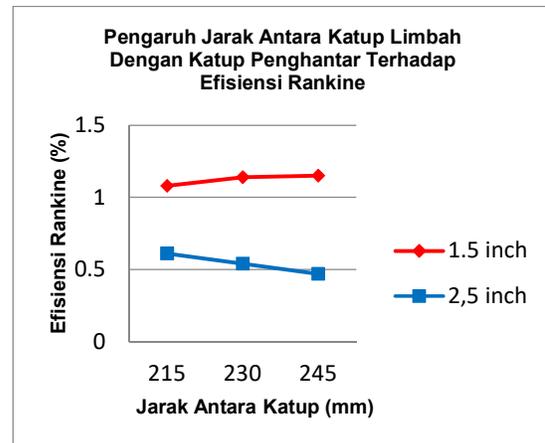
Gambar 4.4 Grafik Efisiensi D'Aubussion

Dari grafik efisiensi d'aubuission diatas didapatkan efisiensi pompa d'aubuission tertinggi terdapat pada ukuran katup limbah berdiameter 1,5 inch dan jarak antara katup limbah dengan katup penghantar 245 mm yaitu 2,88 % sedangkan efisiensi pompa d'aubuission minimum terdapat pada ukuran katup limbah berdiameter 2,5 inch dan jarak antara katup limbah dengan katup penghantar 245 mm yaitu 1,17%.

5. Hubungan jarak katup limbah dan katup penghantar terhadap efisiensi rankine

Tabel 4.5 Efisiensi Rankine

Katup limbah	Jarak antara katup (mm)	Efisiensi rankine (%)
1,5 inch	215	1,08
	230	1,14
	245	1,15
2,5 inch	215	0,61
	230	0,54
	245	0,47



Gambar 4.5 Efisiensi Rankine

Dari grafik efisiensi rankine diatas didapatkan efisiensi hidram optimum terdapat pada ukuran katup limbah berdiameter 1,5 inch dan jarak antara katup limbah dengan katup penghantar 245 mm yaitu 1,15 % sedangkan efisiensi hidram minimum terdapat pada ukuran katup limbah berdiameter 2,5 inch dan jarak antara katup limbah dengan katup penghantar 245 mm yaitu 0,54 %.

Pompa hidraulik ram bekerja berdasarkan prinsip palu air. Penutupan katup limbah menyebabkan aliran air seperti dihentikan secara tiba-tiba sehingga terjadi perubahan bentuk energi kinetik menjadi energy tekanan. ditentukan oleh kecepatan menutupnya katup. Water hammer adalah hentakan tekanan atau gelombang air yang disebabkan oleh energi kinetik air dalam gerakannya ketika tenaga air ini dihentikan atau arahnya dirubah secara tiba-tiba. Untuk variasi jara anantara katup limbah dan katup penghantar (215 mm, 230 mm dan 245 mm) yang digunakan pada penelitian ini ternyata sangat berpengaruh terhadap debit pemompaan, debit buang dan efisiensi pompa hidram. Hal ini disebabkan pengaruh jarak antara katup limbah dan katup penghantar, debit pemompaan dan efisiensi tertinggi terdapat pada katup limbah 1,5 inch dan jarak antara katup limbah adalah 245 mm dikarenakan semakin dekat jarak antara katup maka waktu untuk pengisian air dan terjadinya palu air semakin singkat pada tabung udara yang mengakibatkan kerja hidram belum optimum.

## 5. KESIMPULAN

Kinerja pompa hidram terhadap perbedaan jarak antara katup limbah dengan katup penghantar memiliki pengaruh terhadap debit hasil pemompaan sehingga mempengaruhi efisiensi dari pompa hidram tersebut.

1. Debit pemompaan optimum pada ukuran katup limbah berdiameter 1,5 inch dan jarak

antara katup limbah dengan katup penghantar 245 mm yaitu 0,000114 m<sup>3</sup>/s.

2. Debit katup limbah minimum terdapat pada ukuran katup limbah diameter 1,5 inch dan jarak antara katup limbah dengan katup penghantar 245 mm yaitu 0,006486 m<sup>3</sup>/s.
3. Efisiensi hidram menurut teori d'aubussion diperoleh hasil tertinggi terdapat pada ukuran katup limbah berdiameter 1,5 inch dan jarak antara katup limbah dengan katup penghantar 245 mm yaitu 2,88 %.
4. Efisiensi hidram menurut teori rankine diperoleh hasil optimum terdapat pada ukuran katup limbah berdiameter 1,5 inch dan jarak antara katup limbah dengan katup penghantar 245 mm yaitu 1,15 % .

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Made Suarda Dan IKG Wirawan, *Kajian Eksperimental Pengaruh Tabung Udara Pada Head Tekanan Pompa Hidram*, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CAKRAM Vol. 2 No1, Juni 2008 (10-14)
- [2] Lungguk Butarbutar, *Pengaruh Diameter Membrane Pada Pompa Hidram Terhadap Tekanan Yang Terjadi Pada Pipa Buang Jenis Pvc*, Tugas Akhir 2016, Fakultas Teknik Mesin, Universitas Pancasila
- [3] Mietra anggara, Naif fuhaid Toni Dwi Outra, *Pengaruh Variasi Panjang Pipa Masuk (DRIVE PIPE) Dan Beban Katup Buang (WASTE VALVE) Terhadap Efisiensi Pompa HIDRAM*, 2013, PROTON, Vol 5, No 2/Hal 31-34.
- [4] Daniel Ortega Panjaitan, Tekad Sitepu, *Rancang bangun pompa hidram dan pengujian pengaruh variasi tinggi tabung udara dan panjang pipa pemasukan terhadap unjuk kerja pompa hidram*, jurnal E-Dinamis, Vol II, No 2 september 2012, ISSN 2338-1035.