

## Pengaruh Diameter Katup Pengantar Dan Tinggi Angkat Terhadap Efisiensi Pompa Hidram 3 Inchi

Muhamad Jafri<sup>a,\*</sup>, Nurhayati<sup>b\*</sup>, Dedy Isman Rimas<sup>c</sup>

<sup>a,b,c</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana  
Jl. Adisucipto, Penfui Kupang-NTT

\*E-mail: muhamad\_jafri@staf.undana.ac.id

### Abstract

*This study aims to analyze the effect of valve diameter and delivery head on hydram pump. The method used is experiment on specimens, and analysis using mathematical equations in hydram pump theory. The data measured are the flow of water in, discharge of waste water, and discharge of water out. The independent variables in this study were the diameter of the introductory valve, namely 2.0 inches, 2.25 inches, 2.50 inches, 2.75 inches, and delivery head, namely 3 m, 5 m, 7 m. Furthermore, analysis of the head loss and the efficiency of the D'Aubuisson hydram pump was carried out. The results showed that the diameter of the delivery valve and the delivery head had an effect on the effect of the hydram pump. The highest hydram pump occurs at a delivery valve diameter of 2.5 inches and a delivery head of 5 m at 55.21%. While the lowest occurred at a delivery head of 3 m and a diameter of 2.0 inch delivery valve at 13.75%.*

**Keywords:** hydram pump, delivery valve diameter, delivery head

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh diameter katup pengantar dan tinggi angkat terhadap efisiensi pompa hidram. Metode yang digunakan adalah eksperimen terhadap spesimen, dan di analisis menggunakan persamaan matematis dalam teori pompa hidram. Data-data yang diukur adalah debit air masuk, debit air limbah, serta debit air keluar. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah diameter katup pengantar yaitu 2.0 inci, 2.25 inci, 2.50 inci, 2.75 inci, dan tinggi angkat yaitu 3 m, 5 m, 7 m. Selanjutnya dilakukan analisis head loss dan efisiensi D'Aubuisson pompa hidram. Hasil penelitian menunjukkan bahwa diameter katup pengantar dan tinggi angkat berpengaruh terhadap efisiensi pompa hidram. Efisiensi pompa hidram tertinggi terjadi pada diameter katup pengantar 2.5 inci dan tinggi angkat 5 m sebesar 55.21 %. Sedangkan terendah terjadi pada tinggi angkat 3 m dan diameter katup pengantar 2.0 inci sebesar 13.75 %.

**Kata kunci:** pompa hidram, diameter katup pengantar, tinggi angkat

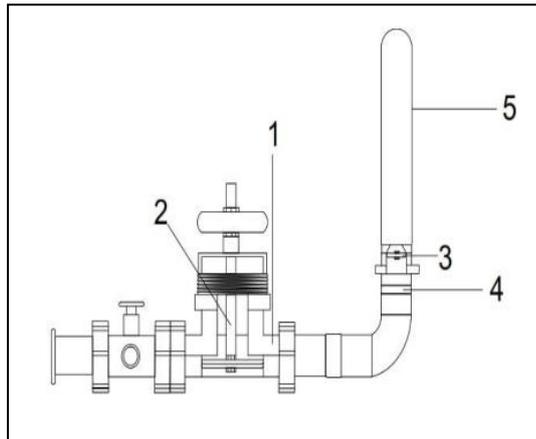
### 1. Pendahuluan

Pompa merupakan salah satu alat yang digunakan untuk menaikkan, memindahkan, atau mengkompresi cairan. Pompa sentrifugal sejauh ini merupakan jenis pompa yang paling umum digunakan [1]. Pompa sentrifuga, kebanyakan energi penggerakannya adalah motor listrik ataupun motor Diesel. Namun, fakta menunjukkan masih banyak daerah di Indonesia khususnya daerah terpencil tidak memiliki akses listrik untuk mengoperasikan pompa [2, 3]. Sehingga sulit untuk pengadaan air bersih dan keperluan pertanian. Salah satu solusi yang dapat diambil adalah membuat dan mengaplikasikan sebuah teknologi pompa tanpa menggunakan tenaga diesel atau listrik, yaitu pompa hidram.

Pompa hidram yang disingkat dari kata hidrolis ram berasal dari kata hidro yang berarti air (cairan), ram yang berarti hantaman, pukulan atau tekanan [4]. Penggunaan pompa hidram memiliki banyak keuntungan dibandingkan penggunaan pompa jenis lain yaitu tidak membutuhkan bahan bakar minyak (bensin atau solar), bentuknya sederhana, cara pemeliharaannya mudah, pembuatannya tidak membutuhkan keterampilan khusus serta dapat bekerja 24 jam per hari.

Sejak 1980-an kontribusi penelitian telah diusulkan untuk mengoptimalkan efisiensinya melalui beberapa modifikasi [5]. Pada akhir abad 20, penggunaan pompa hidram kembali digalakkan lagi, karena kebutuhan pembangunan teknologi di negara-negara berkembang, dan juga karena isu konservasi energi dalam mengembangkan perlindungan ozon.

Gambar 1 menunjukkan komponen dari pompa hidram antara lain: badan pompa, katup limbah, katup pengantar, katup snifter, dan ruang udara [6].



Gambar 1. Komponen pompa [1]

Pompa hidram bekerja dengan melipatgandakan kekuatan pukulan sumber air yang merupakan *input* ke dalam tabung pompa hidram dan menghasilkan *output* air dengan volume tertentu sesuai dengan lokasi yang memerlukan. Dalam mekanisme ini terjadi proses perubahan energi kinetik berupa aliran air menjadi tekanan dinamis yang mengakibatkan timbulnya palu air, sehingga terjadi tekanan yang tinggi di dalam pipa. Dengan perlengkapan katup limbah dan katup pengantar yang terbuka dan tertutup secara bergantian, tekanan dinamik diteruskan ke dalam tabung udara yang berfungsi sebagai kompresor, yang mampu mengangkat air dalam pipa penghantar.

*Delivery head* atau tinggi angkat adalah jarak vertikal antara posisi pompa terhadap titik dimana tujuan air dipompakan. Kapasitas pemompaan pompa hidram tergantung pada ukuran dan aliran pasokan air serta tinggi pengantar (tinggi angkat). Biasanya, sekitar sepuluh persen dari air yang dipompakan akan bergerak ke atas melalui pipa pengantar, dan akan menurun seiring dengan bertambahnya tinggi angkat [8].

Pompa hidram merupakan unit sederhana secara struktural yang terdiri dari dua bagian yang bergerak yaitu katup impuls (limbah katup) dan katup pengiriman (katup pengantar). Unit ini juga terdiri dari ruang udara dan katup udara [7]. Selain pasokan air dan tinggi angkat, efektivitas kinerja dari pompa hidram juga di pengaruhi, tinggi jatuh, diameter pipa, jenis pipa, karakteristik katub limbah, serta katup pengantar.

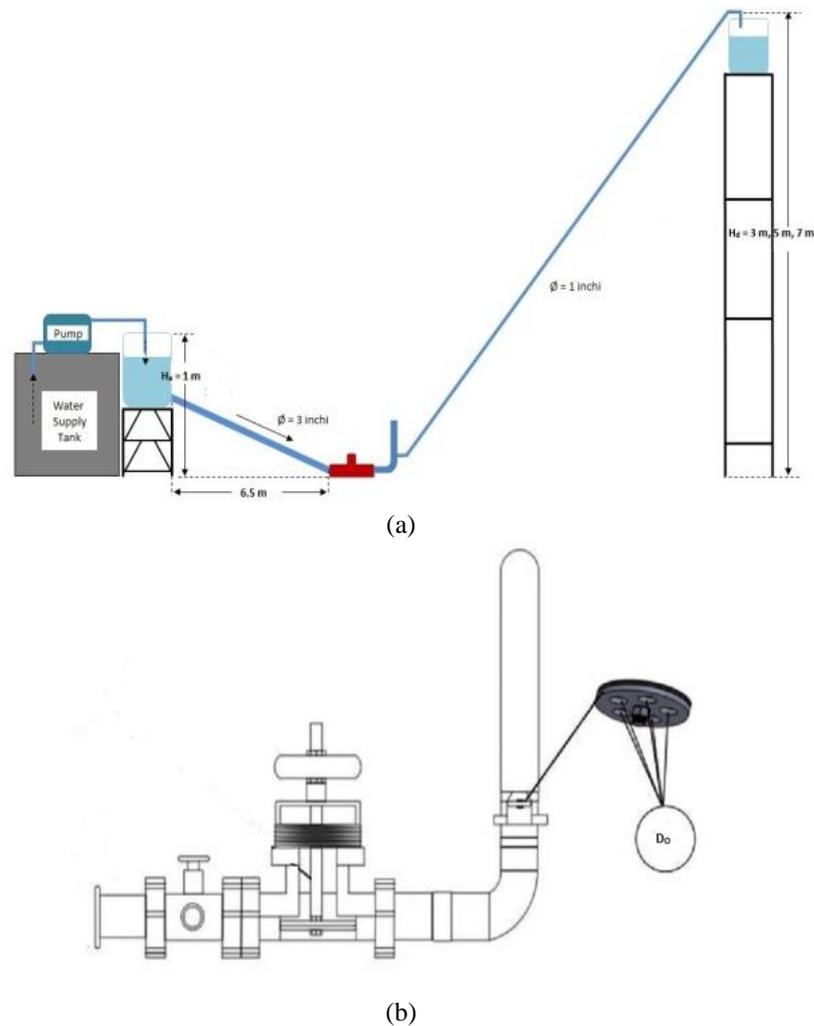
Katup pengantar adalah sebuah katup satu arah yang berfungsi untuk menghantarkan air dari badan pompa hidram menuju tabung udara untuk selanjutnya dinaikkan menuju tangki penampungan. Katup tersebut harus dibuat satu arah agar air yang telah masuk ke dalam tabung udara tidak dapat kembali lagi ke dalam badan hidram. Katup pengantar harus mempunyai lubang yang besar sehingga memungkinkan air yang dipompa memasuki ruang udara tanpa hambatan pada aliran [9].

Tujuan yang ingin dicapai adalah untuk mengetahui peningkatan efisiensi pompa hidram 3 inci dengan analisis pengaruh diameter katup limbah dan tinggi angkat. Sebelumnya [1] melakukan penelitian analisis pengaruh waste valve dan diameter delivery valve terhadap efisiensi pada pompa hidram 3 inci dengan tinggi angkat 10 m. Hasil menunjukkan bahwa diameter katup limbah dan katup pengantar sangat mempengaruhi efisiensi pompa hidram. Efisiensi D'Aubuisson tertinggi efisiensi 67,66% dengan diameter katup limbah 2,75 inci dan variasi katup limbah Diameter 2,75 inci dan diameter katup pengiriman 2,2 inci. Efisiensi terendah adalah 36,14% dengan katup limbah diameter 2,25 inci dan diameter katup pengiriman 0,6 inci.

## 2. Material dan Metode Penelitian

Peralatan yang digunakan pada pengujian adalah pompa hidram berukuran 3 inci, *flowmeter* untuk mengukur debit air masuk ( $Q_i$ ), debit limbah ( $Q_w$ ) serta debit pemompaan ( $Q_o$ ), stop watch untuk mengukur lamanya pengambilan data setiap sampel, kunci pipa untuk membuka dan mengunci sambungan pipa, *global position system (GPS)* untuk mengukur variasi tinggi angkat.

Variabel tetap dalam penelitian ini adalah ukuran pompa hidram yaitu 3 inci, diameter pipa masuk 3 inci, tinggi jatuh 1 m, panjang langkah 3 cm, diameter katup limbah 2.5 inci, massa katup limbah 2.5 kg, volume tabung 10 liter, dan diameter pipa keluar 1 inci. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah diameter katup pengantar yaitu 2.0 inci, 2.25 inci, 2.5 inci, 2.75 inci dan tinggi angkat 3.0 m, 5.0 m dan 7.0 m. Sedangkan variabel terikatnya adalah debit dan efisiensi pompa hidram.



**Gambar 2.** Variabel penelitian, (a) tinggi angkat, (b) diameter katup pengantar

Langkah-langkah pengujian yang diterapkan dalam penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut; pertama-tama adalah melakukan instalasi pompa hidram 3 inchi, yang dimulai dari memasang reservoir penampung, pompa pengisi reservoir pengarah, reservoir pengarah, pipa isap, alat ukur *flowmeter*, pompa hidram 3 inci, bak limbah, alat ukur debit aliran pada katup limbah, pipa pengantar 1 inci, alat ukur debit aliran keluar. Untuk pengujian pertama sampel dari dua variable bebas yang dipasang adalah katup pengantar berdiameter 2.0 inci dan tinggi angkat 7 m. Selanjutnya menjalankan pompa dengan cara membuka stop kran pada pipa isap, dan secara bersamaan pompa reservoir pengarah dihidupkan untuk menjaga level air dalam reservoir pengarah. Pada saat pompa berjalan normal dilakukan pencatatan debit aliran air pada pipa isap  $Q_i$ , debit air limbah  $Q_w$ , dan debit air keluar  $Q_o$  dalam rentangan waktu 30 detik secara bersamaan. Setelah mencatat ketiga data debit aliran, pompa dimatikan dengan cara menutup stop caran pada pipa isap. Menset ulang pompa yaitu katup pengantar berdiameter 2.0 inci diganti dengan katup pengantar berdiameter 2.25 inci untuk tinggi angkat yang sama. Proses yang sama untuk katup pengantar berdiameter 2.50 inci, dan 2.75 inci, serta untuk variabel tinggi angkat 5 m dan 3 m.

### 3. Hasil dan Pembahasan

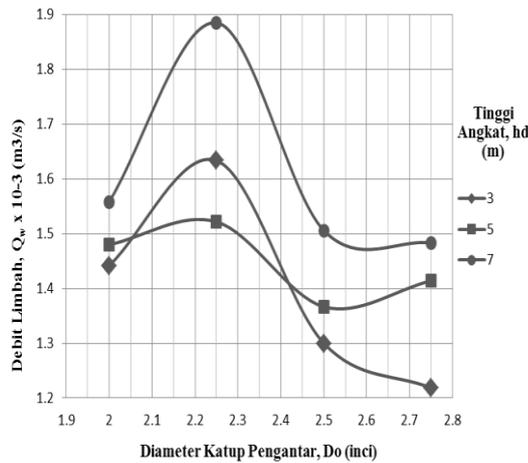
#### 3.1 Hasil

Hasil pengukuran debit aliran masuk ( $Q_i$ ), debit aliran yang keluar melalui katup limbah ( $Q_w$ ), dan debit aliran keluar melalui pipa pengantar ( $Q_o$ ), dapat dilihat pada Tabel 1. berikut ini.

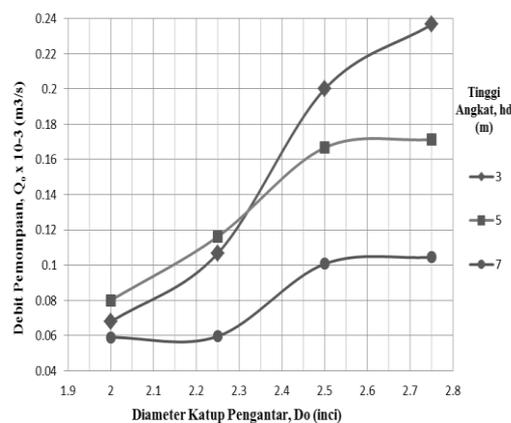
**Tabel 1.** Data-data hasil pengujian

| Hd (m) | D <sub>o</sub> (inci) | Q <sub>i</sub> (m <sup>3</sup> /s) | Q <sub>w</sub> (m <sup>3</sup> /s) | Q <sub>o</sub> (m <sup>3</sup> /s) |
|--------|-----------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 3.0    | 2.00                  | 0.001509                           | 0.001442                           | 0.000068                           |
| 3.0    | 2.25                  | 0.001740                           | 0.001633                           | 0.000107                           |
| 3.0    | 2.50                  | 0.001500                           | 0.001300                           | 0.000200                           |
| 3.0    | 2.75                  | 0.001455                           | 0.001218                           | 0.000237                           |
| 5.0    | 2.00                  | 0.001560                           | 0.001480                           | 0.000080                           |
| 5.0    | 2.25                  | 0.001638                           | 0.001522                           | 0.000116                           |
| 5.0    | 2.50                  | 0.001533                           | 0.001367                           | 0.000167                           |
| 5.0    | 2.75                  | 0.001586                           | 0.001414                           | 0.000171                           |
| 7.0    | 2.00                  | 0.001617                           | 0.001558                           | 0.000059                           |
| 7.0    | 2.25                  | 0.001945                           | 0.001885                           | 0.000060                           |
| 7.0    | 2.50                  | 0.001607                           | 0.001506                           | 0.000101                           |
| 7.0    | 2.75                  | 0.001588                           | 0.001483                           | 0.000104                           |

Data-data pada Tabel 1. Dibuat dalam bentuk grafik untuk memudahkan pembahasan.



**Gambar 3.** Grafik hubungan antara debit aliran yang keluar melalui katup limbah dan diameter katup pengantar untuk setiap tinggi angkat



**Gambar 4.** Grafik hubungan antara debit aliran pemompaan dan diameter katup pengantar untuk setiap tinggi angkat

Grafik pada Gambar 3. menunjukkan bahwa debit limbah yang terbesar terjadi pada tinggi angkat 7 meter dan diameter katup pengantar 2.25 inci, sedangkan debit limbah yang terkecil terjadi pada tinggi angkat 3 m dan diameter katup pengantar 2.75 inci. Grafik pada Gambar 4. menunjukkan bahwa debit pengantar yang terbesar terjadi pada tinggi angkat 3 meter dan diameter katup pengantar 2.75 inci. Sedangkan debit pengantar terkecil terjadi pada tinggi angkat 7 m, dan diameter katup pengantar 2.0 inci.

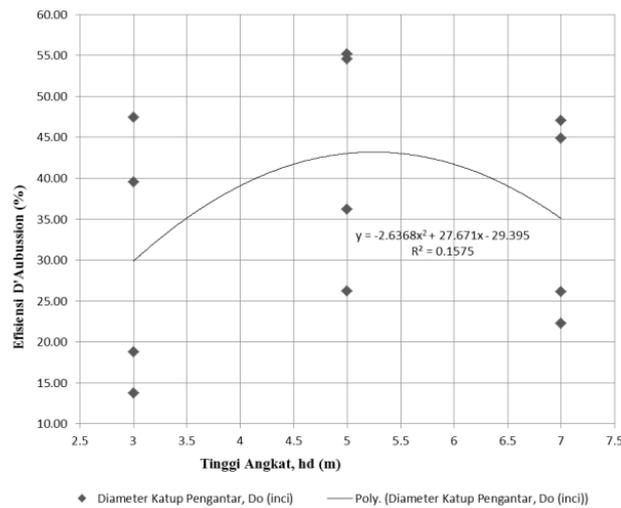
### 3.2 Analisis Data

Data debit aliran masuk ( $Q_i$ ), debit aliran yang keluar melalui katup limbah ( $Q_w$ ), debit aliran keluar melalui pipa pengantar ( $Q_o$ ), serta data variabel tetap, digunakan untuk analisis *head loss* efektif dan efisiensi pompa. Hasil analisis ditunjukkan pada Tabel 2. berikut.

**Tabel 2.** Hasil analisis *head loss* dan efisiensi

| Hd (m) | Do (inci) | $Q_w$ (m <sup>3</sup> /s) | $Q_o$ (m <sup>3</sup> /s) | $H_{ef,in}$ (m) | $H_{ef,out}$ (m) | $\eta D$ (%) |
|--------|-----------|---------------------------|---------------------------|-----------------|------------------|--------------|
| 3      | 2         | 0.001442                  | 0.000068                  | 0.9759          | 2.9879           | 13.75        |
| 3      | 2.25      | 0.001633                  | 0.000107                  | 0.9680          | 2.9700           | 18.81        |
| 3      | 2.5       | 0.001300                  | 0.000200                  | 0.9762          | 2.8946           | 39.53        |
| 3      | 2.75      | 0.001218                  | 0.000237                  | 0.9776          | 2.8524           | 47.46        |
| 5      | 2         | 0.00148                   | 0.000080                  | 0.9743          | 4.9811           | 26.22        |
| 5      | 2.25      | 0.001522                  | 0.000116                  | 0.9717          | 4.9603           | 36.19        |
| 5      | 2.5       | 0.001367                  | 0.000167                  | 0.9683          | 4.9181           | 55.21        |
| 5      | 2.75      | 0.001414                  | 0.000171                  | 0.9734          | 4.9135           | 54.55        |
| 7      | 2         | 0.001558                  | 0.000059                  | 0.9724          | 6.9884           | 26.17        |
| 7      | 2.25      | 0.001885                  | 0.000060                  | 0.9600          | 6.9881           | 22.19        |
| 7      | 2.5       | 0.001506                  | 0.000101                  | 0.9727          | 6.9660           | 44.87        |
| 7      | 2.75      | 0.001483                  | 0.000104                  | 0.9734          | 6.9634           | 47.06        |

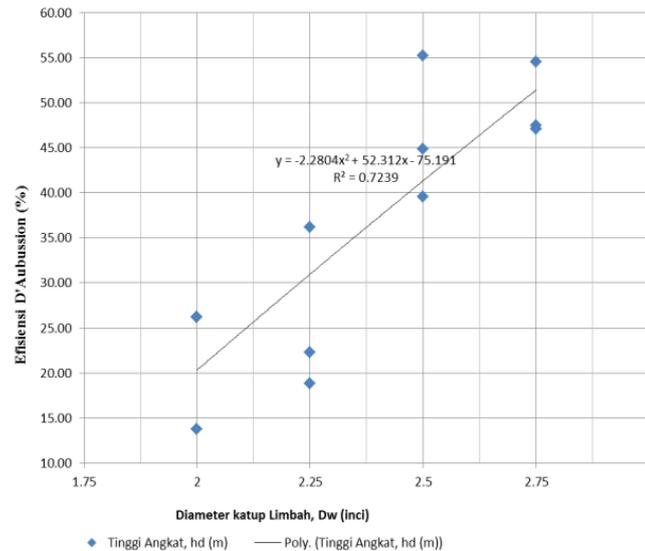
Untuk memudahkan dalam membahas hasil analisis data penelitian, perlu dibuat dalam bentuk grafik hubungan antara variabel bebas dan variabel tetap seperti yang ditunjukkan di bawah ini.



**Gambar 5.** Grafik hubungan antara tinggi angkat dan efisiensi pompa hidram untuk setiap variasi diameter katup pengantar

### 3.3 Pembahasan

Grafik pada Gambar 5. menunjukkan bahwa tinggi angkat berpengaruh terhadap efisiensi pompa hidram. Pada tinggi angkat 3 m, efisiensi pompa berada kisaran 13.75 % – 47.46 %. Terjadi peningkatan ketika tinggi angkat dibuat menjadi 5 m. Pada tinggi angkat 5 m, efisiensi pompa hidram berada pada kisaran 26.22 % – 54.55 %. Namun terjadi penurunan efisiensi pada saat tinggi angkat dibuat menjadi 7 m. Efisiensi pompa hidram pada tinggi angkat 7 m, berada pada kisaran 26.17 % - 47.06 %. Hasil ini menjelaskan bahwa tinggi angkat berpengaruh terhadap efisiensi pompa hidram. Hasil ini berbeda dengan hasil penelitian sebelumnya [10], menyatakan bahwa semakin tinggi head tekan maka performansi pompa baik debit pemompaan, daya output, dan efisiensinya semakin kecil. Perbedaan ini sesungguhnya didasari pada penetapan beberapa variabel seperti ukuran pompa hidram ukuran 3 inci, diameter pipa masuk 3 inci, tinggi jatuh 1 m, panjang langkah 3 cm, diameter katup limbah 2.5 inci, massa katup limbah 2.5 kg, volume tabung 10 liter, dan diameter pipa keluar 1 inci.



**Gambar 6.** Grafik hubungan antara diameter katup pengantar dan efisiensi pompa hidram untuk setiap variasi tinggi angkat

Grafik pada Gambar 6. menunjukkan bahwa diameter katup pengantar berpengaruh terhadap efisiensi pompa hidram. Semakin besar diameter katup pengantar semakin besar efisien pompa hidram. Hasil ini didukung oleh penelitian sebelumnya [11, 1], bahwa luas total lubang katup hantar yang mewakili diameter katup pengantar mempengaruhi nilai efisiensi pompa hidram, semakin kecil nilai luas total lubang semakin kecil nilai efisiensi pemompaan. Dengan menggunakan persamaan efisiensi D'Aubuisson efisiensi pompa hidram tertinggi terjadi pada diameter katup pengantar 2.75 inci yaitu sebesar 55.21%. Sedangkan efisiensi terendah terjadi pada diameter katup pengantar 2.0 inci yaitu sebesar 13.75 %.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa diameter katup pengantar dan tinggi angkat berpengaruh terhadap debit air yang keluar melalui katup limbah, debit air yang keluar melalui pipa pengantar juga efisiensi pompa hidram. Efisien pompa hidram tertinggi dalam pengujian ini terjadi pada diameter katup limbah 2.5 inci dan tinggi angkat 5 m. Sehingga ukuran-ukuran inilah yang direkomendasikan kepada industri manufaktur pembuatan pompa hidram.

#### Daftar Pustaka

- [1] Jafri, M., Bale, J.S., Thei, A.R., 2020, "Experimental Study of Waste Valves and Delivery Valves Diameter Effect on the Efficiency of 3-Inch Hydraulic Ram Pumps," *International Journal of Fluid Machinery and Systems*, 13(3): 615–622.
- [2] Jafri, M., Gusnawati, Banamtuan, A., 2016, "Analisa Beda Tinggi Katup dan Variasi Diameter Pipa Inlet Terhadap Unjuk Kerja Pompa Hidram Ukuran Dua Inchi," *LJTMU*, 3(1): 71–76.
- [3] Jafri, M., Sanusi, A., 2019, "Analysis Effect of Supply Head and Delivery Pipe Length toward the Efficiency Hydraulic Ram 3 Inches," *International Research Journal of Advanced Engineering and Science*, 4(2): 263–266.
- [4] Kahar, K., 2017, "Pengaruh Jumlah Katup Hisap dan Katup Buang Terhadap Kinerja Pompa Hidram," *Jurnal Pertanian Terpadu*, 5(2): 92–103.
- [5] Hussin, N.S.M., Gamil, S.A., Amin, N.A.M., Safar, M.J.A., Majid, M.S.A., Kazim, M.N.F.M., Nasir, N.F.M., 2017, "Design and Analysis of Hydraulic Ram Water Pumping System," *Journal of Physics: Conference Series*, 908: 012052.
- [6] Diwan, P., Patel, A., Sahu, L., 2016. "Design and Fabrication of Hydraulic Ram with Methods of Improving Efficiency," *International Journal of Current Engineering and Scientific Research (IJCESR)*, 3(4): 5–13.
- [7] Balgde, R.D., 2015, "Designing of Hydraulic Ram Pump," *International Journal of Engineering and Computer Science* 4(5): 11966–11971.
- [8] Inthachot, M., Saehaeng, S., Max, J.F.J., Muller, J., Spreer, W., 2015, "Hydraulic Ram Pumps for Irrigation in Northern Thailand," *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 5: 107–114.
- [9] Hanafie, J., Longh. H.D., 1979, "Teknologi Pompa Hidraolik Ram: Buku Petunjuk Untuk Pembuatan dan Pemasangan," PTP-ITB Ganesha, Bandung.

- [10] Suarda, M., Suarnadwipa, N., 2013, “*Perancangan dan Pengujian Katup Membran Pada Katup Tekan Pompa Hydram,*” Jurnal Mechanical, 4(1).
- [11] Wihadi, R.B.D., 2013, “*Studi Pengaruh Luasan Total Lubang Katup,*” Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XII (SNTTM XII), (Oktober 2013): 426–431.