

## THE EFFECT OF MASS AND DIAMETER OF WASTE VALVES ON THE EFFICIENCY OF 3 INCH RAM HYDRAULIC

**Muhamad Jafri**

Tenaga Pengajar (Dosen)  
Universitas Nusa Cendana  
Jurusan Teknik Mesin  
muhamad\_jafri@staf.undana.ac.id

**Arifin Sanusi**

Tenaga Pengajar (Dosen)  
Universitas Nusa Cendana  
Jurusan Teknik Mesin  
arifin@staf.undana.ac.id

**Gusti F.X. W Wangge**

Mahasiswa  
Universitas Nusa Cendana  
Jurusan Teknik Mesin  
fransiskuswangge16@gmail.com

*This study aim to analyze the effect of the mass and diameter of the waste valve on the efficiency of hydraulic pumps. This study method was an experiment on the specimens and analyzing the mathematical equations contained in the hydraulic pump theory. The data measured in this study were the flow of water in, discharge of wastewater, and discharge of water out. Independent variables in this study were the mass of the waste valve, namely 1.5 kg, 2.0 kg, 2.5 kg, 3.0 kg and the diameter of the waste valve was 2.0 inches, 2.25 inches, and 2.50 inches. While the dependent variable were the discharge and efficiency of the hydraulic pump. The results show that the mass of the waste valve and the diameter of the waste valve affected the efficiency of the hydraulic pump. The highest efficiency of the hydraulic pump occurred at a waste valve mass of 1.5 kg and a waste valve diameter of 2.5 inches which was 78.08%, and the lowest efficiency occurred at a mass of 3.0 kg waste valve and a 2.0-inch diameter of a waste valve which was 33.56%.*

**Keywords:** Mass Valve Waste; Waste Valve Diameter; Hydraulic Pump Efficiency.

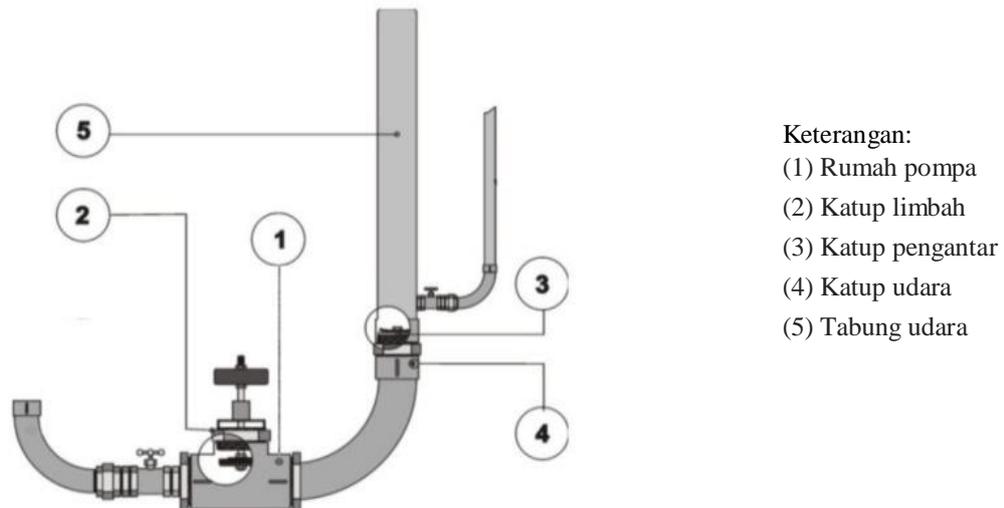
### 1. PENDAHULUAN

Pompa yang umumnya digunakan adalah dengan penggerak listrik ataupun diesel. Terdapat berbagai macam jenis pompa yang ada, salah satu jenis pompa yang paling banyak digunakan dalam industri yaitu pompa sentrifugal [1] juga pertanian modern. Pompa jenis ini berpenggerak motor listrik ataupun Diesel. Namun banyak daerah di Indonesia khususnya di daerah terpencil, tidak memiliki akses listrik untuk mengoperasikan pompa [2], [3]. Banyak petani bergantung pada bahan bakar atau tenaga listrik untuk memompa air ke ladangnya. Jalan keluar dari ketergantungan ini dapat dilakukan dengan menggunakan alat pengangkat air yang dapat digunakan sendiri. Untuk mengatasi hal tersebut, kita dapat menggunakan pompa hidrolik ram karena teknologi ini sesuai di sebuah negara berkembang. Penggunaan pompa ini, diharapkan dapat mengatasi permasalahan kekurangan air untuk minum, pertanian dan peternakan. Sehingga berguna dalam mencegah migrasi dari Desa ke Kota [4].

Perangkat semacam itu adalah hidrolik ram, singkatnya juga disebut sebagai hydram [5]. Teknologi ini tergolong sederhana dibandingkan perangkat bahan bakar fosil itu membutuhkan logam tahan panas, dan perangkat listrik yang membutuhkan jaringan listrik atau generator listrik. Palu air pompa, memanfaatkan efek palu air yang dapat menyebabkan masalah dalam jaringan pipa fluida, mampu memompa air tanpa sumber daya dari luar; oleh karena itu, pompa dapat menyediakan alat transportasi fluida yang efektif bahkan di dalam daerah yang infrastruktur sosialnya belum berkembang dengan baik [6] [7]. Sebagian besar perangkat energi terbarukan dapat dioperasikan mandiri dengan suku cadang minimal yang dibutuhkan untuk perawatan rutin [8].

Berdasarkan hasil penelusuran pustaka, diketahui bahwa efisiensi pompa hidram dipengaruhi debit air yang dihasilkan, debit air yang melalui katup limbah, head pada saluran keluar serta head pada saluran masuk. Namun untuk debit air yang dihasilkan dan debit air yang melalui katup limbah secara tidak langsung dipengaruhi oleh parameter katup limbah seperti diameter lubang, diameter piringan, panjang langkah, dan lubang serta head dan udara pengantar pompa hidrolik ram. Selain itu semua parameter tersebut terintegrasi satu sama lain [9]. Dari hasil percobaan dan analisa varians serta regresi *response surface* diperoleh bahwa faktor volume tabung udara dan beban katup limbah berpengaruh pada efisiensi pompa [10],[11]. Menurut

[12] faktor volume tabung udara dan berat beban sangat berpengaruh terhadap debit pemompaan, debit buang, dan efisiensi pompa hidram. Hal ini juga didukung oleh hasil penelitian tentang pompa hidraulik ram yang dilakukan oleh PTP-ITB dengan memodifikasi pompa hidraulik ram dari ITDG (*Intermediate Technology Development Group*) London [13], bahwa beban katup limbah berpengaruh terhadap efisiensi pompa hidraulik ram. Hasil penelitian [14] diperoleh volume tabung udara dan beban katub limbah sangat berpengaruh terhadap debit pemompaan, debit air terbuang dan efisiensi pompa hidram. Selanjutnya hasil penelitian dan analisis data diperoleh bahwa variasi diameter katup limbah sangat berpengaruh terhadap debit pemompaan dan debit air limbah serta efisiensi [15]. Katup limbah merupakan salah satu bagian penting dari pompa hidram, dan harus dirancang dengan baik sehingga berat dan gerakannya dapat disesuaikan [16]. Juga dalam pengoperasian sering ditemukan kejadian bahwa katup limbah tidak mau bekerja dengan baik, yang disebabkan oleh massa katup terlalu ringan maupun terlalu berat. Sehingga dilakukan pengujian pengaruh massa katup limbah dan diameter katup limbah terhadap efisiensi pompa hidram. Tujuan yang ingin dicapai adalah untuk mengetahui peningkatan efisiensi pompa hidram 3 inci dengan analisis pengaruh massa katup limbah dan tinggi angkat. Komponen utama pompa hidram dapat di lihat pada Gambar 1 [13].



**Gambar 1.** Komponen utama pompa hidram

## 2. METODE PENELITIAN

Alat-alat yang dipakai untuk penelitian ini adalah pompa hidram 3 inci, flow meter untuk mengukur debit air masuk ( $Q_i$ ), debit limbah ( $Q_w$ ) serta debit pemompaan ( $Q_p$ ), stop watch untuk mengukur lamanya pengambilan data setiap sampel, kunci pipa untuk membuka dan mengunci sambungan pipa, *global Position Sistem* (GPS) untuk mengukur variasi tinggi angkat.

Variabel tetap dalam penelitian ini adalah pompa hidram ukuran 3 inci, diameter pipa masuk 3 inci, tinggi jatuh 1 m, panjang langkah 3 cm, tinggi angkat 7 meter, volume tabung 10 liter, diameter katup pengantar 2,5 inci, dan diameter pipa keluar 1 inci. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah massa katup limbah yaitu 1.5 kg, 2.0 kg, 2.5 kg, 3.0 kg dan diameter katup limbah 2.0 inci, 2.25 inci dan 2.50 inci. Sedangkan variabel terikatnya adalah debit dan efisiensi pompa hidram.

Langkah-langkah pengujian yang diterapkan dalam penelitian ini dapat diuraikan; langkah pertama adalah melakukan instalasi pompa hidram 3 inci, yang dimulai dari memasang reservoir penampung, pompa pengisi reservoir pengarah, reservoir pengarah, pipa isap, alat ukur flow meter, pompa hidram 3 inci, bak limbah, alat ukur debit aliran pada katup limbah, pipa pengantar 1 inci, alat ukur debit aliran keluar. Pengujian pertama adalah sampel dari dua variable bebas yang dipasang adalah katup limbah berdiameter 2.0 inci dan massa katup limbah 1.5 inci. Selanjutnya menjalankan pompa dengan cara membuka katup 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  $Q_{masuk}$ , air limbah  $Q_{limbah}$ , dan debit air keluar  $Q_{keluar}$  dalam rentangan waktu 30 detik secara bersamaan. Setelah mencatat ketiga data debit aliran, pompa dimatikan dengan cara menutup stop caran pada pipa isap. Mengatur ulang pompa yaitu massa katup limbah 1.5 kg diubah menjadi 2.0 kg untuk tinggi angkat yang sama. Proses yang sama untuk massa 2.0 kg, 2.5 kg, serta untuk variabel diameter katup limbah 2.25 inci dan 2.50 inci

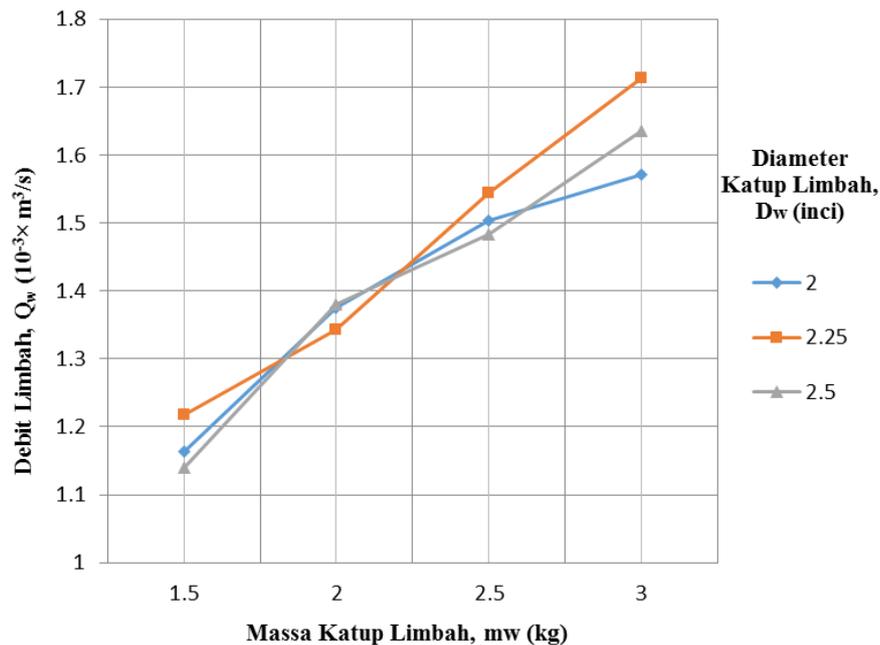
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data-data hasil penelitian seperti; debit air masuk  $Q_{masuk}$ , debit air katup limbah  $Q_{limbah}$ , maupun debit air keluar ( $Q_{keluar}$ ) dapat dilihat pada tabel dibawah ini;

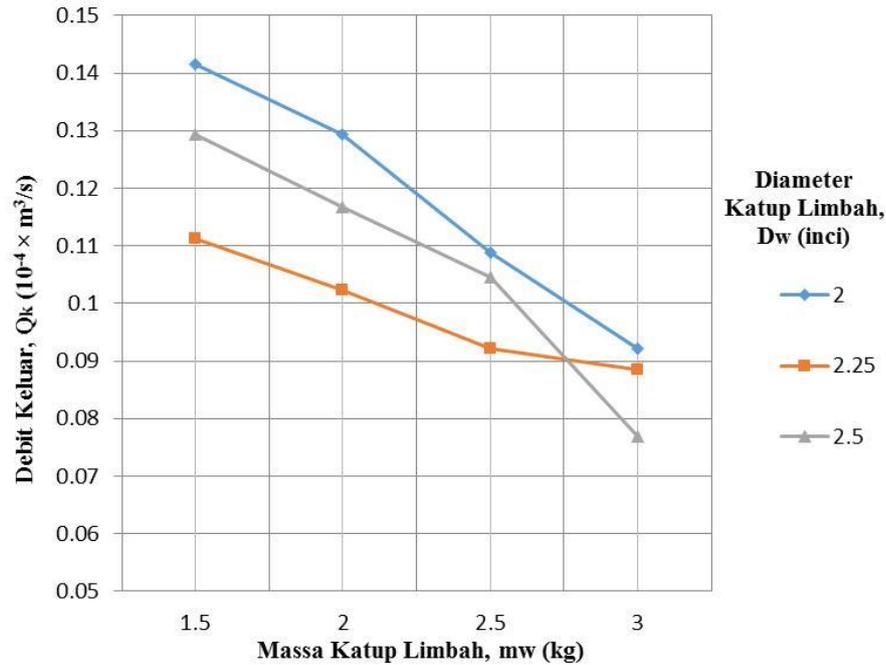
Tabel 1. Data hasil penelitian yaitu; debit air masuk  $Q_{masuk}$ , debit air limbah  $Q_{limbah}$ , dan data debit air yang dihasilkan ( $Q_{keluar}$ ).

Diameter Katup Limbah, $D_w$ (inci)	Massa Katup Limbah, $m_w$ (kg)	Debit air masuk, $Q_{masuk}$ (liter/s)	Debit Air Limbah, $Q_w$ (liter/s)	Debit air Keluar, $Q_{keluar}$ (liter/s)
2.0	1,5	1.304389	1,1628	0,1415
2.0	2	1.504444	1,375	0,1294
2.0	2,5	1.613111	1,5044	0,1087
2.0	<b>3</b>	1.662944	<b>1,5708</b>	<b>0,0921</b>
2.25	1,5	1.329556	1,2184	0,1112
2.25	2	1.444722	1,3425	0,1022
2.25	2,5	1.635444	1,5433	0,0921
2.25	3	1.802611	1,7142	0,0884
2.50	1,5	1.268611	1,1391	0,1294
2.50	2	1.496667	1,38	0,1166
2.50	2,5	1.587778	1,4833	0,1044
2.50	3	1.711889	1,635	0,0768

Data pada Tabel 1 dapat dibuat dalam bentuk grafik seperti pada gambar 1 dan gambar 2.



**Gambar 2.** Grafik hubungan antara debit aliran dalam katup limbah dan massa katup limbah untuk setiap diameter katup limbah



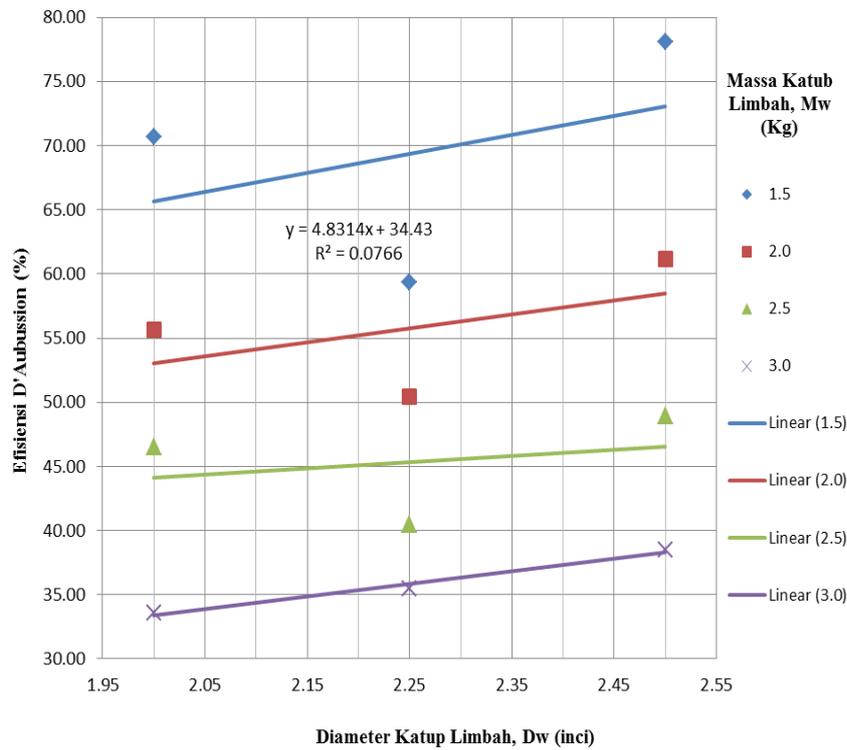
**Gambar 3.** Grafik hubungan antara debit aliran pemompaan dan massa katup limbah untuk setiap diameter katup limbah.

Gambar 2 menunjukkan bahwa debit limbah yang terbesar terjadi pada diameter katup limbah 2.5 inci dan massa katup limbah 3 kg, yaitu sebesar 0.0017142 m<sup>3</sup>/s. Sedangkan debit limbah yang terkecil terjadi pada diameter katup limbah 2.5 inci dan massa katup limbah 1.5 kg. Sedangkan, Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin besar massa katup limbah, semakin kecil debit keluar. Hal ini didukung oleh peneliti terdahulu [17] yaitu menunjukkan bahwa Q pemompaan dipengaruhi oleh beban katup limbah, yaitu Q pemompaan semakin kecil jika beban katup limbah semakin besar. Debit pengantar yang terbesar terjadi pada diameter katup limbah 5,08 cm dan massa katup limbah 1,5 kg. Sedangkan debit pengantar terkecil terjadi pada diameter katup limbah 6,35 cm, dan massa katup limbah 3 kg. Data hasil penelitian pada Tabel 1 dianalisis untuk mengetahui head efektif masuk ( $H_{ef, masuk}$ ), head efektif keluar ( $H_{ef, keluar}$ ), dan efisiensi D'Aubuisson pompa. Hasil analisisnya seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

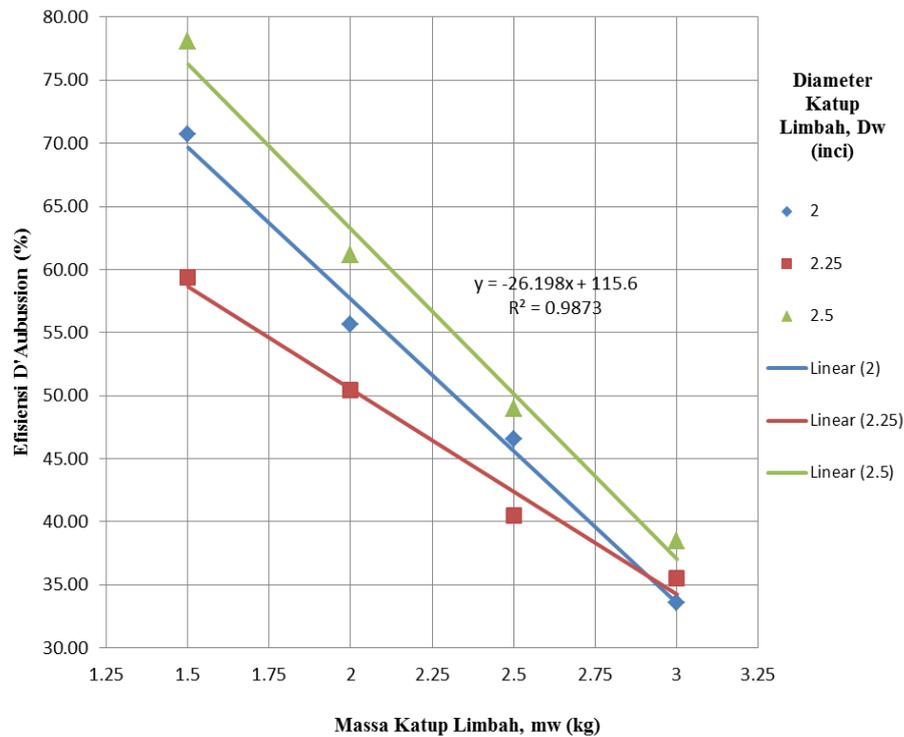
Tabel 2. Hasil analisis data untuk head efektif masuk ( $H_{ef, masuk}$ ), head efektif keluar ( $H_{ef, keluar}$ ), dan efisiensi D'Aubuisson pompa.

No	Diameter Katup Limbah, Dw (inci)	Massa Katup Limbah, mw (kg)	Debit, Q (m <sup>3</sup> /s)			H ef,in. (m)	H ef,out. (m)	Efisiensi D'ABUSSION (%)
			Q <sub>Masuk</sub>	Q <sub>Limbah</sub>	Q <sub>Keluar</sub>			
1	2.0	1.5	0.00130	0.001163	0.000142	0.980	6.922	70.71
2	2.0	2.0	0.00150	0.001375	0.000129	0.974	6.935	55.67
3	2.0	2.5	0.00161	0.001504	0.000011	0.970	6.954	46.51
4	2.0	3.0	0.00166	0.001571	0.000092	0.968	6.967	33.56
5	2.25	1.5	0.00133	0.001218	0.000111	0.980	4.952	59.34
6	2.25	2.0	0.00145	0.001343	0.000102	0.976	4.959	50.43
7	2.25	2.5	0.00164	0.001543	0.000092	0.969	4.967	40.46
8	2.25	3.0	0.00180	0.001714	0.000088	0.962	4.970	35.50
9	2.5	1.5	0.00127	0.001139	0.000129	0.981	2.935	78.08
10	2.5	2.0	0.00150	0.00138	0.000117	0.974	2.947	61.12
11	2.5	2.5	0.00159	0.001483	0.000104	0.971	2.957	48.93
12	2.5	3.0	0.00171	0.001635	0.000077	0.967	2.977	38.48

Untuk memudahkan dalam membahas hasil analisis data, Tabel 2 dibuat dalam bentuk grafik hubungan antara variabel bebas dan variabel tetap seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4 dan 5.



**Gambar 4.** Grafik hubungan antara diameter katup limbah dan efisiensi pompa hidram untuk setiap variasi massa katup limbah.



**Gambar 5.** Grafik hubungan antara massa katup limbah dan efisiensi pompa hidram untuk setiap variasi diameter katup limbah.

Gambar 4 menunjukkan bahwa diameter katup limbah berpengaruh terhadap efisiensi pompa hidram.

Semakin besar diameter katup limbah semakin besar efisien pompa hidram. Hal ini terjadi karena dengan diameter katup limbah yang besar maka air yang terpacung masuk ke pompa semakin besar. Tetapi harus dimbangi dengan massa katup limbah yang cukup ringan agar proses buka tutup katup lebih semakin cepat, sehingga air yang terpacung ke katup limbah tidak semua menjadi debit limbah, tetapi debit air yang menuju katup pengantar cukup besar ketika katup limbah tertutup. Besar diameter katup limbah tidak lebih besar 90% dari diameter badan poma sebagai pertimbangan kontruksi dan gerak katup limbah. Efisiensi pompa hidram tertinggi terjadi pada diameter katup limbah 2.5 inci yaitu sebesar 78.08 %. Sedangkan Efisiensi terendah terjadi pada diameter katup limbah 2.0 inci yaitu sebesar 33.56 %. Selain itu, Gambar 5 menunjukkan bahwa massa katup limbah berpengaruh terhadap efisiensi pompa hidram. Semakin besar massa katup limbah semakin kecil efisien pompa hidram. Hasil ini didukung oleh penelitian sebelumnya [10], bahwa efisiensi pompa hidraulik ram dipengaruhi oleh beban katup limbah pompa, yaitu efisiensi semakin kecil jika beban katup limbah semakin besar. Dalam penelitian ini, efisiensi pompa hidram tertinggi terjadi pada massa katup limbah berpengaruh 1,5 kg yaitu sebesar 78.08 %, dan efisiensi terendah juga terjadi pada diameter katup limbah 3,0 kg yaitu 33.56 %.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis data dan pembahasan hasil dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa, massa katup limbah dan diameter katup limbah berpengaruh terhadap efisiensi pompa hidram. Efisiensi pompa hidram tertinggi terjadi pada massa katup limbah 1.5 kg dan diameter katup limbah 2.5 inci yaitu sebesar 78,08 %, dan efisiensi terendah terjadi pada massa katup limbah 3,0 kg dan diameter katup limbah 2.0 inci yaitu sebesar 33,56 %.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] BERLI PARIPURNA KAMIEL, NIKO PRASTOMO, BAMBANG RIYANTA, “Ekstraksi Parameter Statistik Domain Waktu Dan Domain Frekuensi Untuk Mendeteksi Kavitas Pada Pompa Sentrifugal Berbasis Principal Component Analysis (Pca)”, *Rekayasa Mesin*, eISSN 2477-6041, vol. 10, no. 2, pp. 165 – 176, 2019.
- [2] MUHAMAD JAFRI, GUSNAWATI, APRIYANTO BANAMTUAN, “Analisa Beda Tinggi Katup dan Variasi Diameter Pipa Inlet Terhadap Unjuk Kerja Pompa Hidram Ukuran Dua Inchi”, *LJTMU*, vol. 03, no. 01, hal. 71-76, 2016.
- [3] MUHAMAD JAFRI, ARIFIN SANUSI, “Analysis Effect of Supply Head and Delivery Pipe Length toward the Efficiency Hydraulic Ram 3 Inches”, *International Research Journal of Advanced Engineering and Science*, Volume 4, Issue 2, pp. 263-266, DOI: 10.5281/zenodo.3153468, 2016.
- [4] FATAHI-ALKOUHI, R., LASHKAR-ARA, B., KERAMAT, A., “Determine the efficiency of hydraulic ram-pumps,” *E-proceedings of the 36th IAHR World Congress*, The Hague, the Netherlands pp. 1-7. 28 June – 3 July, 2015,
- [5] MATTHIAS INTHACHOT, SUCHARD SAEHAENG, JOHANNES F.J. MAX, JOHANNES MULLER, WOLFRAM SPREER, “Hydraulic Ram Pumps for Irrigation in Northern Thailand”, *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, Vol. 5 pp. 107 – 114, 2015.
- [6] SAITO, S., DEJIMA, K., TAKAHASHI, M., HIJIKATA G., AND IWAMURA, T., “Effects of the Lift Valve Opening Area on Water Hammer Pump Performance and Flow Behavior in the Valve Chamber,” *International Journal of Fluid Machinery and System (IJMFS)*, ISSN (Online): 1882-9554, Vol. 5, No. 3, pp 109-116, July-September 2012.
- [7] SAITO, S., TAKAHASHI, M., NAGATA, Y., AND DEJIMA, K., “Effects of the Geometry of Components Attached to the Drain. Valve on the Performance of Water Hammer Pumps,” *International Journal of Fluid Machinery and System (IJMFS)*, ISSN (Online): 1882-9554, Vol. 4, No 4, pp 367-374 October-December 2011.
- [8] SCHILLER, E.J., “The Hydraulic Ram Pump (hydram),” : Its History, Operating Characteristics and Potential Usage: Proceedings of a Workshop on Hydraulic Ram Pump (Hydram) Technology, 29 Mei - 1 Juni, 1984.
- [9] MADE SUARDA, AINUL GHURRI, MADE SUCIPTA AND I GUSTI BAGUS WIJAYA KUSUMA, “Valve Diameter Optimization of Hydram Pump Waste’, *BKSTM-Indonesia, Prosiding SNTTM XVI*, hal. 14-18, Oktober 2017.

- [10] GAN SHU SAN DAN GUNAWAN SANTOSO, “Studi Karakteristik Volume Tabung Udara dan Beban Katup Limbah Terhadap Efisiensi Pompa Hydraulic Ram”. *JURNAL TEKNIK MESIN* Vol. 4, No. 2, pp. 81 – 87, 2002.
- [11] TEGUH IRAWAN, NOVA RISDIYANTO ISMAIL, SURIANSYAH, “Pengaruh volume tabung udara dan beban katup buang dengan Jarak katup *delivery* 2 cm terhadap kinerja pompa hidram”. *Widya Teknika* Vol. 24, No. 1, pp. 59 – 64, 2016.
- [12] SYAMSUL HIDAYAT, NOVA RISDIYANTO ISMAIL, SURIANSYAH, “Pengaruh Variasi Beban Dan Jarak Kerja Katup Buang Terhadap Efisiensi Pompa Hidram”. *Widya Teknika* Vol. 24 No. 2. ISSN 1411 – 0660: pp. 59 – 66, 2016.
- [13] HANAFIE, J., DE LONGH, H. *Teknologi Pompa Hidraulik Ram*, Pusat Teknologi Pembangunan Institut Teknologi Bandung, Bandung. 1979.
- [14] EKO SULISTIAWAN, ROMADHON TRI WAHYUDI, SETIA PRADANA, NAIF FUHAID, “Pengaruh Volume Tabung Udara dan Beban Katub Limbah Terhadap Efisiensi Unjuk Kerja Pompa Hidram”. *PROTON*, Vol. 5 No 2 / Hal 1-4, 2013.
- [15] MOHAMAD FAJRI, MUHAMAD JAFRI, ERICH U. K. MALIWEMU, “Pengaruh Diameter Katup Limbah dan Jarak antara Katup Limbah dengan Katup Penghantar terhadap Efisiensi Pompa Hidram”. *LONTAR Jurnal Teknik Mesin Undana*: Vol. 02, No. 01, pp. 55-60, 2015.
- [16] GATUT PRIJO UTOMO, ,KHOIRUL ABIDIN, “Analisa Pengaruh Panjang Pipa Galvanis Dan Diameter Bukaannya Terhadap Head Pompa Pada Pompa Hidram”, *Mekanika Jurnal Teknik Mesin*, Volume 1, No. 1, 2015.
- [17] YOSEF AGUNG CAHYANTA, INDRAWAN TAUFIK, “Studi terhadap prestasi pompa hidraulik ram dengan variasi beban katup limbah”, *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CAKRAM*, Vol. 2 No. 2, pp. 92 –96, 2008.