

Pengaruh Variasi Diameter Katup Limbah Terhadap Unjuk Kerja Pompa Hydram

I Putu Eka Adnyana, I Gusti Ketut Sukadana, Made Suarda
Jurusan Teknik Mesin, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Pompa hydram merupakan salah satu solusi bagi daerah yang tidak tersedia energi listrik, karena tidak membutuhkan energi listrik atau bahan bakar untuk mengangkat air dari tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja pompa hydram dengan variasi diameter katup limbah. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan diameter badan pompa 6 inch, tabung tekan 8 inch, katup tekan digunakan katup tekan tipe membran, ketinggian bak drive 6 m, dan tinggi pemompaan 111 m. Hasil yang di dapat dari penelitian ini adalah bahwa variasi diameter katup limbah memberikan pengaruh terhadap unjuk kerja pompa hydram. Pada diameter katup limbah 100 mm sampai dengan 120 mm, unjuk kerja pompa mengalami peningkatan, pada diameter lebih besar dari 120 mm unjuk kerja pompa mengalami penurunan, unjuk kerja terbaik pompa ini pada rasio $D/d = 5/3$.

Kata kunci : Pompa hydram, diameter katup limbah, kapasitas, efisiensi.

Abstract

Hydrum pump is one solution for areas that are not available electrical energy, because it does not require electricity or fuel to lift water from a lower to a higher. This study was conducted to determine the performance of the hydrum pump with waste valve diameter variation. The method used is the experimental method diameter 6 inch pump body, 8 inch press tubes, valves use valve tap press membrane type, altitude bathtub drive 6 m, and 111 m high pumping. The results obtained from this study is that the waste valve diameter variation gives effect to the hydrum pump performance. In the waste valve diameter of 100 mm to 120 mm, the performance of the pump increases, in a diameter greater than 120 mm decreased pump performance, the best performance of these pumps in the ratio $D/d = 5/3$.

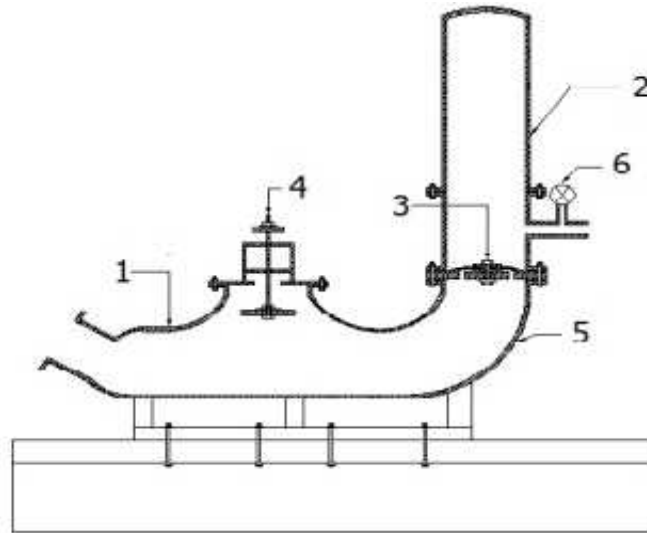
Keywords: Hydraulic ram, waste valve diameter, capacity, efficiency.

1. Pendahuluan

Katup limbah merupakan salah satu bagian penting dari pompa *hydram*, dan harus di rancang dengan baik sehingga berat dan gerakannya dapat di sesuaikan. Katup limbah sendiri berfungsi untuk mengubah energi kinetik fluida kerja yang mengalir melalui pipa pemasukan (pipa penerjun) menjadi energi tekanan dinamis fluida yang akan menaikkan fluida kerja menuju tabung udara. Katup limbah pada pompa hydram merupakan komponen yang penting dan dapat mempengaruhi unjuk kerja pompa *hydram*. Untuk itu perlu diteliti pengaruh diameter katup limbah terhadap unjuk kerja pompa hydram. Penelitian ini di lakukan untuk mengetahui pengaruh diameter katup limbah terhadap unjuk kerja pompa *hydram* [1].

2. Tinjauan Pustaka

Pompa *hydram* (*hydraulic ram*) adalah suatu alat untuk mengangkat/mengalirkan air (sebagian air sumber) dari tempat rendah ke tempat yang lebih tinggi secara kontinyu, karena pompa ini bekerja tanpa menggunakan energi listrik atau bahan bakar maka pompa *hydram* disebut juga pompa air tanpa energi luar atau disingkat menjadi PATEL. Pompa *hydram* ini bekerja berdasarkan kombinasi bukaan katup yaitu katup limbah yang terdapat pada badan pompa dan katup hantar yang terdapat pada tabung udara. Keuntungan pompa *hydram* ini antara lain yaitu pompa ini tidak memerlukan energi listrik, bahan bakar, pelumas, motor penggerak, dan mudah dibuat serta mudah dalam pemeliharaan.



Gambar 1. Bagian – bagian pompa *hydram*

Beberapa bagian penting pada pompa *hydram* yaitu antara lain: 1. Badan Pompa merupakan tempat terjadinya proses pemompaan, 2. Tabung Udara berfungsi meneruskan dan melipat gandakan tenaga pemompaan, sehingga air yang masuk ke tabung dapat di pompa naik, 3. Katup Hantar katup ini menghantarkan air dari pompa ke tabung udara serta menahan air yang telah masuk agar tidak kembali ke rumah pompa, 4. Katup Limbah merupakan katup pembuangan air sisa (limbah) yang berfungsi memancing gerakan air yang berasal dari bak sumber air, sehingga dapat menimbulkan aliran air yang bekerja sebagai sumber tenaga pompa, 5. Sneider untuk masuknya udara luar ke badan pompa, 6. Pressure gauge untuk mengukur tekanan pada badan pompa.

Dasar-dasar perancangan yang digunakan didalam pengujian pompa *hydram* adalah sebagai berikut:

Kapasitas air keluar katup limbah (Q_w)

$$Q_w = \frac{V_w}{t_d} \quad (1)$$

Kapasitas air hasil pemompaan (Q_d)

$$Q_d = \frac{V_d}{t_d} \quad (2)$$

Kapasitas air yang masuk pipa penggerak

$$Q_s = Q_w + Q_d \quad (3)$$

Persamaan Kontinuitas

$$Q = A_1 \cdot \bar{v}_1 = A_2 \cdot \bar{v}_2 = \text{konstan} \quad (4)$$

Persamaan Energi

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + z_1 = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + z_2 + \sum h_{L1-2} \quad (5)$$

Bilangan Reynold

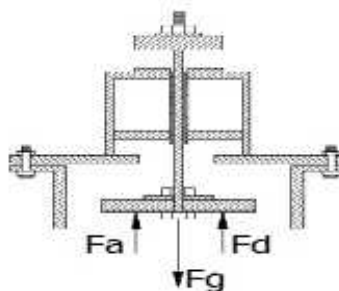
$$Re = Re = \frac{\rho v D}{\mu} \quad (6)$$

Efisiensi

$$\eta_D = \frac{Q_d \times H_d}{Q_s \times H_s} \times 100\% \quad (7)$$

Persamaan Momentum

$$M = m \cdot \bar{v} \quad (8)$$



Gambar 2. Gaya – gaya pada katup limbah

Katup Limbah Terbuka

Bila gaya berat lebih besar dengan gaya air ditambah dengan gaya seret maka katup limbah akan terbuka
 $F_g > F_a + F_d$ artinya katup terbuka

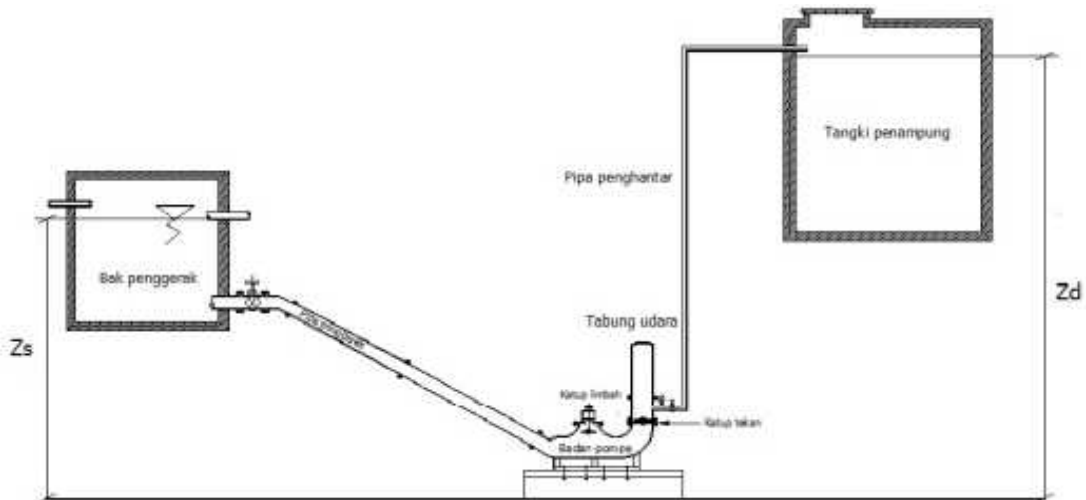
Katup Limbah Tertutup

Bila gaya berat lebih kecil dengan gaya air ditambah gaya seret maka katup limbah akan tertutup.
 $F_g < F_a + F_d$ artinya katup tertutup [2].

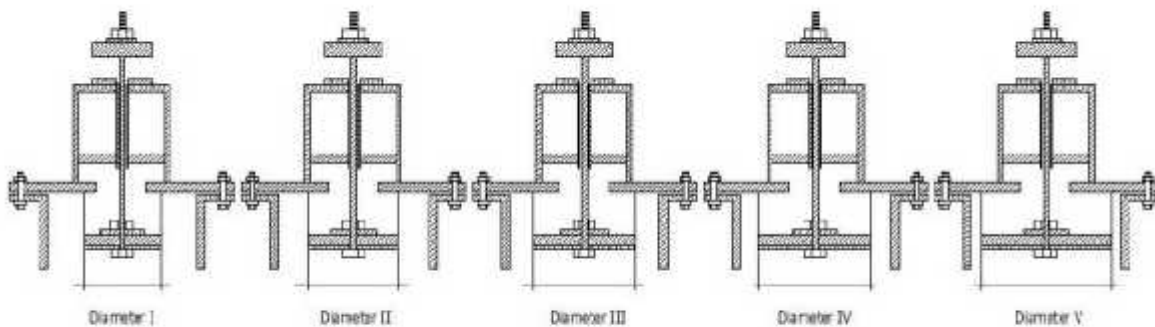
3. Metodologi Penelitian

Skema Rencana Penelitian

Sebelum melakukan pengujian terhadap pompa *hydram*, maka perlu dilakukan persiapan untuk melakukan pengujian seperti persiapan bahan dan alat-alat yang digunakan untuk kemudian bisa dirakit menjadi pompa *hydram*. Berikut skema rencana penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Skema model test pompa *hydram*

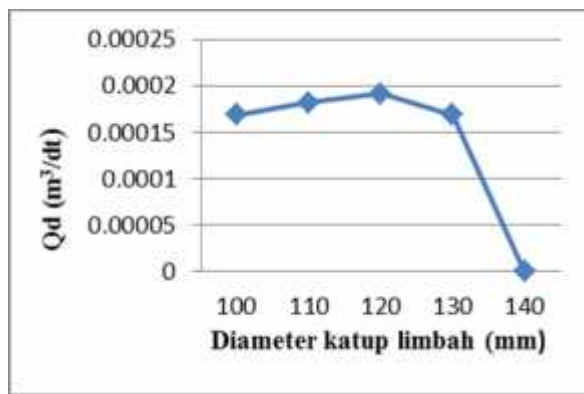


Gambar 4. Model skema diameter katup limbah pompa *hydram*

Pada gambar 4 diameter katup limbah ini semua ukuran diameter berbeda – beda, agar dapat membandingkan hasil dari masing – masing pengujian untuk menjadi hasil yang terbaik. Penelitian ini di lakukan secara eksperimen, selain itu untuk mendapatkan ukuran diameter katup limbah yang memiliki unjuk pompa hydram terbaik. Berikut model skema diameter katup limbah pompa *hydram* [3].

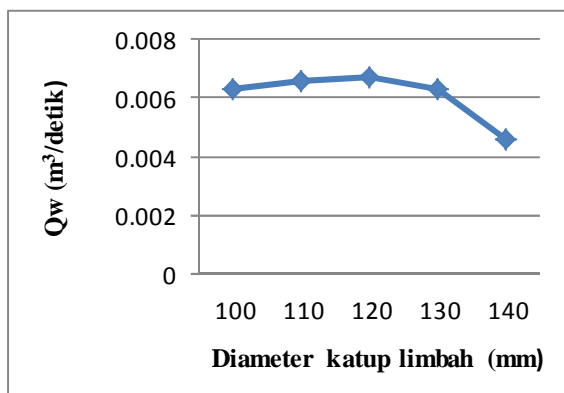
4. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan data-data di atas dapat diketahui kapasitas air yang keluar dari katup limbah, kecepatan pada pipa penggerak, kecepatan pada pipa tekan, head pompa (H_d , H_s), dan efisiensi dari berbagai variasi diameter katup limbah pada pompa *hydram*.



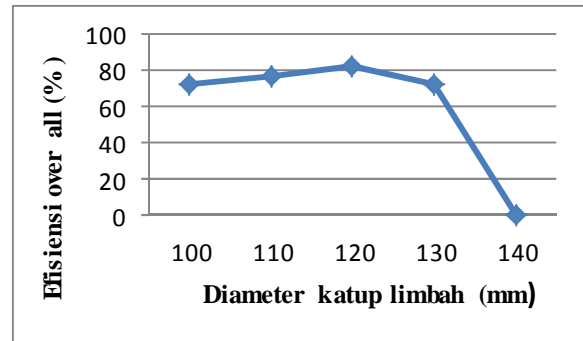
Gambar 5. Grafik hubungan diameter katup limbah terhadap kapasitas air pemompaan (Q_d)

Semakin besar diameter katup limbah akan mengakibatkan waktu menutup katup limbah semakin cepat karena tekanan air dari pipa drive, akan tetapi semakin besar ukuran diameter katup limbah tidak menjamin kinerja pompa semakin bagus, hal tersebut dikarenakan perbandingan diameter lubang katup limbah terlalu kecil dari diameter katup katup limbah, meskipun air limbah yang di keluarkan semakin kecil.



Gambar 6. Grafik hubungan diameter katup limbah terhadap kapasitas air limbah (Q_w)

Semakin besar diameter katup limbah akan mengakibatkan waktu menutup katup limbah semakin cepat karena tekanan air dari pipa drive, akan tetapi semakin besar ukuran diameter katup limbah tidak menjamin air limbah yang di keluarkan semakin sedikit, hal tersebut dikarenakan Q_s (air yang masuk dari pipa drive) tidak tetap, maka dari itu air limbah yang di keluarkan tidak stabil.



Gambar 7. Grafik hubungan diameter katup limbah terhadap efisiensi oa (η_{OA})

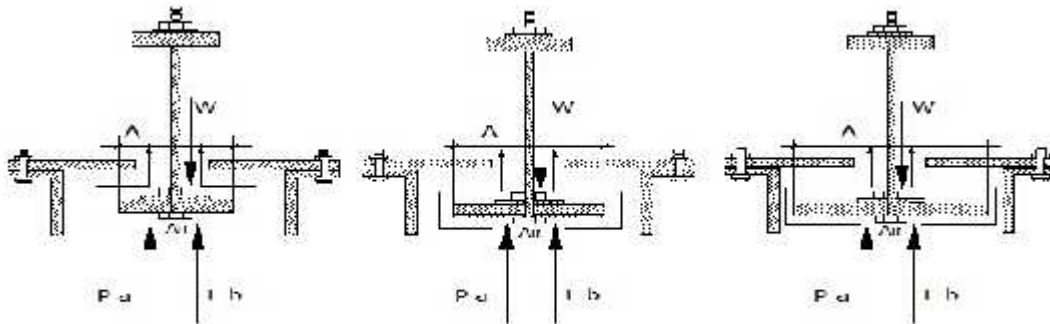
Semakin besar diameter katup limbah akan mengakibatkan waktu menutup katup limbah semakin cepat karena tekanan air dari pipa drive, akan tetapi semakin besar ukuran diameter katup limbah tidak menjamin air limbah yang di keluarkan semakin sedikit, hal tersebut dikarenakan Q_s (air yang masuk dari pipa drive) tidak tetap, maka efisiensi over all yang di dihasilkan meningkat namun pada diameter katup 130,140 efisiensi over all menurun, karena di pengaruhi oleh kapasitas air pemompaan (Q_d).

Pada gambar 8, air limbah yang keluar sangat dipengaruhi oleh besarnya diameter katup limbah, karena semakin besar diameter katup limbah, keluaran air limbah akan semakin sedikit namun hal tersebut tidak menjamin kinerja pompa semakin baik, di karenakan pergerakan katup limbah untuk menutup lebih cepat dari pada pergerakan katup limbah untuk menutup. Hal ini terjadi karena celah air limbah untuk keluar lebih sempit karena ukuran katup terlalu besar sehingga mengakibatkan frekuensi yang sangat lambat, dan kinerja pompa yang tidak maksimal.

$A + W > P_a + F_b$ = Katup akan lebih cepat tertutup dan membuka lebih lambat, sehingga frekuensi yang di dihasilkan semakin sedikit.

$A + W < P_a + F_b$ = Katup akan lebih lambat tertutup dan membuka lebih cepat, sehingga frekuensi yang di dihasilkan lebih banyak.

Proses kerja keluaran air limbah dari katup limbah: [4].



Gambar 8. Proses kerja keluaran air limbah dari katup limbah

5. Kesimpulan

Jadi dari pembahasan di atas, efisiensi terbaik adalah pada rasio diameter katup limbah dan diameter lubang katup limbah $\frac{D_{kl}}{D_{p}}$. Ini berarti penambahan ukuran diameter katup limbah pada pompa yang saya teliti, ukuran ideal terbaik menurut riset yang saya kerjakan pada diameter katup limbah adalah 120 mm. Berdasarkan data hasil penelitian pada variasi diameter katup limbah, maka dapat disimpulkan hasil yang di dapat dari penelitian ini adalah bahwa variasi diameter katup limbah memberikan pengaruh terhadap unjuk kerja pompa hydram. Pada diameter katup limbah 100 mm sampai dengan 120 mm, unjuk kerja pompa mengalami peningkatan, pada diameter lebih besar dari 120 mm unjuk kerja pompa mengalami penurunan. Untuk pengujian diameter katup limbah sebesar 120 mm yang mendapat hasil terbaik, yang menghasilkan kapasitas air hasil pemompaan (Q_d) sebesar 0,000192 m^3/dt dan efisiensi pemompaan (η_{OA}) sebesar 82,22 %. Sedangkan yang terburuk terjadi pada diameter katup limbah sebesar 140 mm yang menghasilkan kapasitas air hasil pemompaan (Q_d) sebesar 0 m^3/dt dan efisiensi pemompaan (η_{OA}) sebesar 0 % [5].

Daftar Pustaka

- [1] A Brown. L., 2006, *Using a Modified Hydraulic Ram To Pump Livestock Water*, Engineering Technologist Kamloops Office.
- [2] David, J.P., dan Edward, H.W., 1985, *Schaum's Outline of Theory and Problems of Fluid Mechanics and Hydraulics*, McGraw-Hill Book Company, Singapore

- [3] Rajput, R.K., 2002, *A Textbook of Fluid Mechanics and Hydraulic Machines*, S1 Version, S. Chad and Company Ltd. New Delhi
- [4] San, G.S. dan Santoso G., 2002, *Studi Karakteristik Volume Tabung Udara dan Beban Katup Limbah terhadap Efisiensi Pompa*
- [5] Sularso, Ir. MSME, 1987, *Pompa dan Kompresor Pemilihan, Pemakaian dan Pemeliharaan*, Cetakan Ketiga, PT Pradnya Paramita, Jakarta

Nomenclature

V_w	:volume air keluar dari katup limbah (m^3)
V_p	:volume pemompaan tiap siklus (m^3)
t_0	:waktu total siklus (detik)
Q_s	:kapasitas air yang masuk pipa penggerak (m^3/dt)
Q_w	:kapasitas air keluar dari katup limbah (m^3/dt)
Q_d	:kapasitas air hasil pemompaan (m^3/dt)
P_1	:tekanan air di pipa penerjun (N/m^2)
P_2	:tekanan air di pipa penghantar (N/m^2)
Z_1	:tinggi air di titik 1 (m)
Z_2	:tinggi air di titik 2 (m)
g	:percepatan gravitasi (m/dt^2)
h_{L1-2}	:kerugian - kerugian head (m kolom fluida)
γ	:berat jenis air (N/m^3)
∇_1	:kecepatan air pada pipa penerjun (m/dt)
∇_2	:kecepatan air pada pipa penghantar (m/dt)
η_D	:efisiensi D-Aubuisson (%)
H_d	:tinggi pemompaan (m)
H_s	:tinggi sumber air dari katup limbah (m)
F_a	:gaya air (N)
F_g	:gaya seret/drag (N)
F_d	:gaya berat (N)

Fb : gaya air (*impulse*)
Pa : tekanan air
A : diameter katup limbah
W : gaya gravitasi