

# Pengaruh Variasi Gaya Pegas Awal Pada Katup Bola Terhadap Unjuk Kerja Pompa Hydrum

Kadek Oka Naya Mahendra, I G. K. Sukadana, Made Suarda

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

---

## Abstrak

*Pompa hydrum adalah suatu alat untuk mengangkat air dari tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi dengan cara merubah energi potensial air menjadi energi kinetik, pompa hydrum bekerja secara kontinu mengalirkan air dari sumber tanpa memerlukan sumber energi luar seperti energi listrik dan bahan bakar. Prinsip kerja pompa hydrum yaitu air mengalir dari sumber melalui pipa penggerak ke dalam badan pompa dan keluar melalui katup limbah yang terbuka. Pada tekanan tertentu katup limbah akan menutup dengan sangat cepat akibatnya tekanan akan meningkat di dalam badan pompa. Permasalahan adalah bagaimanakah pengaruh variasi gaya pegas awal pada katup bola terhadap unjuk kerja pompa hydrum. Model test pompa hydrum yang dibuat yaitu diameter badan pompa 6 inch, diameter tabung tekan 8 inch, katup tekan yang digunakan tipe bola, ketinggian bak drive 6 meter dan tinggi pemompaan 111 meter dari posisi pompa. Gaya pegas yang sesuai dengan karakteristik pompa hydrum ini adalah 291,34 N, karena gaya pegas tersebut kapasitas dan efisiensi pemompaan terbaik.*

**Kata kunci :** Pompa hydrum, katup tekan, gaya pegas, kapasitas, efisiensi.

## Abstract

*Hydrum pump is a device for lift water from a lower to a higher place by changing the potential energy of water into kinetic energy, hydrum pump works continuously drain the water from the source without the need for external energy sources such as electricity and fuel. Working principles hydrum pump that water flows from the source through the drive pipe into the pump body and out through the open waste valve. At a certain pressure the waste valve will close very quickly as a result the pressure will increase in the pump body. The problem is how the influence of variations in the initial spring force on the ball valve on the performance of hydrum pump. Test models created hydrum pump is the pump body diameter 6 inch, 8 inch diameter tube tap, tap valves are used type of ball, a height of 6 meter and bath drive pumping height of 111 meters from the pump. Spring force corresponding to the characteristic of hydrum pump in was 291,34 N, since the spring force pumping capacity and efficiency of the best.*

**Keywords :** Hydrum pump, delivery valve, spring force, capacity, efficiency.

---

## 1. Pendahuluan

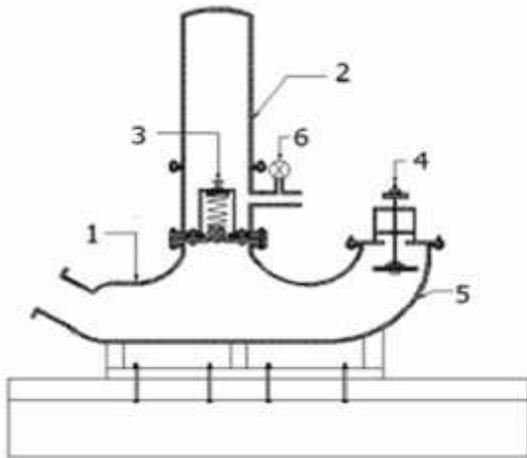
Dalam kehidupan sehari-hari air bersih sangatlah penting bagi manusia. Sedangkan bagi masyarakat yang berada jauh dari sumber air atau berada pada daerah yang lebih tinggi dari pada sumber air, dapat menggunakan peralatan mekanis untuk menaikkan air ke pemukiman, maka di perlukan pompa *hydrum*. Pada umumnya, penggerak utama pompa yang digunakan adalah motor listrik yang memerlukan konsumsi energi listrik. Masalahnya tidak semua daerah telah mendapat aliran listrik. Pompa *hydrum* adalah suatu alat untuk mengangkat air dari suatu tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi dengan memanfaatkan energi potensial sumber air yang dialirkan, pompa *hydrum* bekerja secara kontinu mengalirkan air dari sumber tanpa memerlukan sumber energi luar seperti energi listrik dan bahan bakar. Prinsip kerja pompa *hydrum* yaitu air mengalir dari sumber melalui pipa penggerak

ke dalam badan pompa dan keluar melalui katup limbah yang terbuka. Pada tekanan tertentu katup limbah akan menutup dengan sangat cepat akibatnya tekanan akan meningkat di dalam badan pompa, fenomena terjadinya kenaikan tekanan yang sangat tinggi ini di kenal sebagai palu air (*water hammer*) sehingga katup tekan akan terbuka dan air mengalir menuju tabung tekan atau tabung udara. Setelah tekanan air di atas katup tekan lebih tinggi dari tekanan statik air pada badan pompa maka katup tekan akan menutup dan aliran air akan berhenti dan bergerak kembali ke pipa penggerak. Hal ini akan mengakibatkan tekanan di dalam badan pompa akan rendah dan akibat beban katup limbah maka katup limbah akan terbuka secara otomatis dan air akan mengalir kembali ke badan pompa. Proses tersebut akan berulang-ulang secara terus menerus. Sehingga saya tertarik untuk melakukan penelitian tentang

“Pengaruh Variasi Gaya Pegas Awal Pada Katup Bola Terhadap Unjuk Kerja Pompa *Hydrum*”. Adapun tujuan dari penelitian adalah : Untuk mengetahui pengaruh variasi gaya pegas awal pada katup bola terhadap unjuk kerja pompa *hydrum*.

## 2. TinjauanPustaka

Pompa hydrum (hydraulic ram) adalah suatu alat untuk mengangkat/mengalirkan air (sebagian air sumber) dari tempat rendah ketempat yang lebih tinggi secara kontinyu tanpa menggunakan energy luar seperti energy listrik atau bahan bakar minyak melainkan menggunakan energy potensials sumber air yang akan dialirkan sebagai penggerak. Karena pompa ini bekerja tanpa menggunakan energy listrik atau bahan bakar maka pompa hydrum disebut juga pompa air tanpa energy atau disingkat menjadi PATEL. Pompa hydrum ini bekerja berdasarkan kombinasi bukaan katup yaitu katup limbah yang terdapat pada badan pompa dan katup antar yang terdapat pada tabung udara.Keuntungan pompahydrum iniantara lain yaitu pompa ini tidak memerlukan energy listrik, bahan bakar, pelumas, motor penggerak, dan mudah dibuat serta mudah dalam pemeliharaan.



Gambar 1 Bagian – bagian pompa *hydrum*

Beberapa bagian penting pada pompa *hydraulic ram* yaitu antara lain: Badan Pompa, merupakan tempat terjadinya proses pemompaan, tabung Udara, berfungsi meneruskan dan melipat gandakan tenaga pemompaan,

Sehingga air yang masuk ke tabung dapat di pompanaik, katup Hantar, katup ini menghantarkan air dari pompa ke tabung udara serta menahan air yang telah masuk agar tidak kembali ke rumah pompa, 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, *Snepper*, sebagai tempat masuknya udara ke badan pompa, *Preasure gauge*, untuk mengukur tekanan pada badan pompa.

Kapasitas air keluar katup limbah ( $Q_w$ )

$$Q_w = \frac{V_w}{t_0} \quad (1)$$

$$V_w = \left( \frac{A_D \cdot v_1^2}{g} \right) \left( \frac{L_D}{H'} \right) \quad (2)$$

$$t_0 = t_a \quad (3)$$

$$t_a = \left( \frac{v_1}{2g} \right) \left( \frac{L_D}{H'} \right) k_1 \quad (4)$$

$$t_p = \frac{2L_D}{c} \quad (5)$$

$$k_1 = \frac{\ln \left| \frac{(1+a)}{(1-a)} \right|}{a} \quad (6)$$

$$k_2 = \frac{\ln \left| \cosh \left[ \frac{a \cdot k_1}{2} \right] \right|}{a^2} \quad (7)$$

kapasitas air hasil pemompaan ( $Q_d$ )

$$Q_d = \frac{V_p}{t_0} \quad (8)$$

$$v_p = \frac{v_1 \cdot v_2^2}{2 \cdot g \cdot H_d} \quad (9)$$

Kapasitas air yang masuk pipa penggerak

$$Q_s = Q_w + Q_d \quad (10)$$

Untu kaliran air yang konstan perhitungan dapat menggunakan persamaan energi. Persamaan energy untuk aliran konstans dari titik 1 ketitik 2 ialah energy pada kondisi di titik 1 sama dengan energy pada kondisi di titik 2 yang ditambahkan dengan kerugian-kerugian *head*.

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + Z_2 + \sum h_{L1-2} \quad (11)$$

Untuk mengetahui jenis aliran dalam pipa dapat menggunakan persamaan bilangan reynolds:

$$Re = \frac{\rho v D}{\mu} \quad (12)$$

Jenis aliran air dalam pipa dapat diketahui dengan:

Aliran Laminer  $Re < 2300$  AliranTransisi  $2300 < Re < 4000$  AliranTurbulen  $Re > 4000$

Untuk mengetahui efisiensi dari pompa hydrum dapat menggunakan persamaan “D-Aubuisson” :

$$\eta_D = \frac{Q_d \times H_d}{Q_s \times H_s} \times 100\% \quad (13)$$

## 3. Metode Penelitian

Pada katup tekan tipe bola berpegas penelitian akan memvariasikan gaya pegas pada katup tekan tipe bola berpegas mengoptimalkan kerja pada pompa hydrum, penelitian akan memvariasikan pegas sebanyak 5 kali seperti di perlihatkan pada gambar 1 yaitu pada pegas

pertama tidak dilakukan defleksi. Percobaan kedua dilakukan depleksi sebesar 1 cm dan percobaan ketiga dilakukan depleksi sebesar 1 cm, sampai percobaan kelima, dari percobaan yang dilakukan penelitian akan mencari pada depleksi berapa pompa tersebut

Pengujian pada pompa *hydram* dilakukan melalui tahap-tahap pengujian sebagai berikut : Persiapan model test dan alat bantu pengujian pompa *hydraulic ram*, pemasangan katup bola berpegas dan Setel panjang langkah katup limbah, isi bak penggerak air sampai ketinggian yang ditentukan, *gate valve* berada pada posisi tertutup penuh, selanjutnya buka *gate valve* dan jaga ketinggian air pada bak penggerak sumber air agar tidak berubah dengan cara mengisi air terus menerus sampai terjadi *over flow*, cek kebocoran pipa, pancing pompa dengan cara membuka dan menutup katup limbah supaya pompa dapat bekerja.

Bila pompa belum dapat bekerja dengan lancar, ulangi langkah no 2, setelah pompa bekerja normal, catat volume air yang keluar dari katup limbah (liter), hasil pemompaan (liter), frekuensi pemompaan dalam, menit. Ulangi pengambilan data sebanyak 3 kali, catat ke dalam tabel.matikan pompa, memberikan gaya awal pada pegas dengan cara memutar baut stoper pada katup bola berpegas sebesar x.

#### 4. Pembahasan

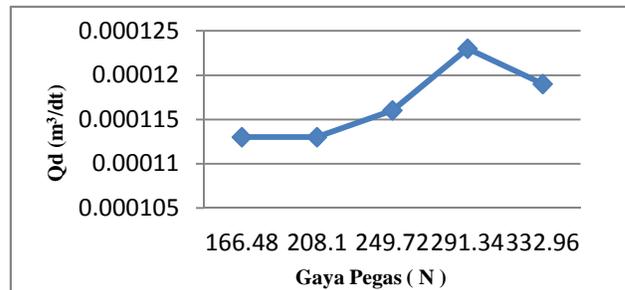
Dari gambar 4 dapat dilihat bahwa pada gaya pegas sebesar 166,48 n, kapasitas air hasil pemompaan yang dihasilkan sebesar 0,00011 m<sup>3</sup>/dt. Pada gaya pegas sebesar 208,1 n, kapasitas air hasil pemompaan sama menjadi sebesar 0,00011 m<sup>3</sup>/dt. Pada gaya pegas sebesar 249,72 n, kapasitas air hasil pemompaan kembali naik yaitu sebesar 0,00012 m<sup>3</sup>/dt. Pada gaya pegas sebesar 291,34 n, kapasitas air hasil pemompaan sama sebesar 0,00012 m<sup>3</sup>/dt. Kemudian pada gaya pegas sebesar 332,96 n, kapasitas air hasil pemompaan yang dihasilkan sebesar 0,00012 m<sup>3</sup>/dt. Sehingga dari keseluruhan kapasitas air hasil pemompaan, kapasitas yang paling maksimal terjadi pada tekanan 291,34 n.

Gambar4 GrafikHubungan Gaya pegasTerhadapKapasitas Air Pemompaan (Qd)

Pada gaya pegas, 166,48 N sampai 291,34 N kapasitas pemompaan mengalami peningkatan , karena waktu membuka dan menutup katup sangat cepat. Namun pada gaya 332,96 N waktu membuka dan menutup katup semakin cepat dan air tidak sempat kembali ke badan pompa maka kapasitas air pemompaan turun. Kapasitas air pemompaan yang

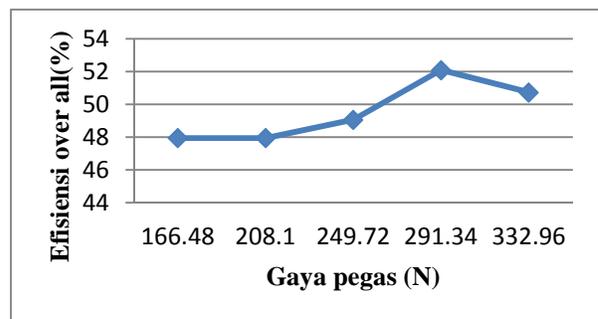
paling maksimal yaitu terjadi pada gaya pegas 291,34 N.

Dari gambar 5 dapat dilihat bahwa pada gaya pegas sebesar 166,48 N, kapasitas air limbah yang dihasilkan sebesar 0,006328 m<sup>3</sup>/dt. Pada gaya pegas sebesar 208,1 N, kapasitas air hasil pemompaan menurun menjadi sebesar 0,006328 m<sup>3</sup>/dt. Pada gaya pegas sebesar 249,72 N, kapasitas air hasil pemompaan kembali menurun yaitu sebesar 0,006326 m<sup>3</sup>/dt. Pada gaya pegas sebesar 291,34 N, kapasitas air hasil pemompaan menurun sebesar 0,006318 m<sup>3</sup>/dt. Kemudian pada gaya pegas sebesar 332,96 N, kapasitas air hasil pemompaan yang dihasilkan sebesar 0,006072 m<sup>3</sup>/dt. Sehingga dari keseluruhan kapasitas air limbah, kapasitas yang paling besar terjadi pada tekanan 166,48 N.



Gambar 5 Grafik Hubungan Gaya Pegas Terhadap Kapasitas Air Limbah (Qw)

Pada gaya pegas 166,48 N sampai 291,34 N yang diberikan akan mengakibatkan kapasitas air pemompaan meningkat, sehingga kapasitas air limbah menurun karena waktu membuka dan menutup katup tekan semakin cepat, maka air pada katup limbah semakin sedikit. Namun pada pegas 332,96 N terbesar menghasilkan air limbah sangat sedikit, karena katup tekan terbuka sedikit dan air yang masuk ke dalam tabung sangat kecil akibatnya pompa tidak bekerja secara maksimal.



Gambar 6. Grafikhubungan Gaya pegas terhadap efisiensi over all

Dari gambar 6 dapat dilihat bahwa pada gaya pegas sebesar 166,48 N, kapasitas air hasil pemompaan yang dihasilkan sebesar 0,492 %. Pada gaya pegas sebesar 208,1 N, kapasitas air hasil pemompaan sama menjadi sebesar 0,492 %. Pada gaya pegas sebesar 249,72 N, kapasitas air hasil pemompaan kembali naik yaitu sebesar 0,503 %. Pada gaya pegas sebesar 291,34 N, kapasitas air hasil pemompaan naik sebesar 0,534 %. Kemudian pada gaya pegas sebesar 332,92 N, kapasitas air hasil pemompaan yang dihasilkan sebesar 0,519 %. Sehingga dari keseluruhan efisiensi pemompaan, efisiensi yang paling maksimal terjadi pada tekanan 291,34 N.

Pada gaya pegas, 166,46 N sampai 291,34 N kapasitas pemompaan mengalami peningkatan, karena waktu membuka dan menutup katup sangat cepat. Namun pada gaya 332,96 N efisiensi menurun, karena waktu membuka dan menutup katup semakin cepat dan air tidak sempat kembali ke badan pompa maka kapasitas air pemompaan turun. Efisiensi yang paling maksimal yaitu terjadi pada gaya pegas 291,34 N.

## 5. Kesimpulan

Dari penelitian ini di dapat hasil gaya pegas berpengaruh terhadap kapasitas hasil pemompaan dan efisiensi pemompaan. Gaya pegas 166,48 N sampai 291,34 N, berpengaruh terhadap kapasitas dan efisiensi pemompaan, karena kerja pompa lebih.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sularso, Ir. M<sub>SME</sub>, 1987, *Pompa dan Kompresor Pemilihan, Pemakaian dan Pemeliharaan*, Cetakan Ketiga, PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- [2] Tessema, A.A., 2000, *Hydraulic Ram Pump System Design and Application*, ESME 5<sup>th</sup> Conference on Manufacturing and Process Industry, September 2000, Addis Ababa, Ethiopia.
- [3] Tavery Taye, 1998, *Hydraulic Ram Pump, Journal of the Ethiopian Society of Mechanical Engineers (ESME)*, Voll II, No. 1 Ethiopia.

### Nomenclature :

$V_w$  : volume air keluar dari katup limbah ( $m^3$ )  
 $t_D$  : waktu total siklus (detik)  
 $A_D$  : luas penampang pipa *drive* ( $m^2$ )  
 $L_D$  : panjang pipa *delivery*  
 $c$  : kecepatan udara dalam air  
 $a$  : rasio kecepatan ( $v_c/v_l$ ) = 0,8 (young 1995)  
 $H'$  : tinggi sumber air dikurangi kerugian (m)  
 $k_1$  : fungsi dari rasio kecepatan ( $a = \bar{v}_c/\bar{v}_1$ )  
 $k_2$  : fungsi dari rasio kecepatan ( $a = \bar{v}_c/\bar{v}_1$ )  
 $v_p$  : volume pemompaan tiap siklus ( $m^3$ )  
 $t_0$  : waktu total siklus (detik)  
 $H_d$  : tinggi pemompaan (m)

$v_l$  : volume pipa *drive* ( $m^3$ )  
 $\bar{v}_c$  : kecepatan air untuk menutup katup limbah (m/dt)  
 $Q_s$  : 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 titik 1 ( $n/m^2$ )  
 $P_2$  : tekanan air di titik 2 ( $n/m^2$ )  
 $Z_1$  : 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)  
 $\gamma$  : berat jenis air ( $N/m^3$ )  
 $\bar{v}_1$  : kecepatan air padat titik 1 (m/dt)  
 $\bar{v}_2$  : kecepatan air padat titik 2 (m/dt)  
 $\rho$  : masajenis air ( $kg/m^3$ )  
 $\bar{v}$  : kecepatan air dalam pipa *drive*  
 $D$  : diameter pipa *drive* (m)  
 $\mu$  : viskositas dinamis air ( $kg/m.det$ )  
 $D$  : efisiensi D-Aubuisson (%)  
 $H_d$  : tinggi pemompaan (m)  
 $H_s$  : tinggi sumber air dari katup limbah (m)  
 $Q_d$  : kapasitas pemompaan ( $m^3/dt$ )  
 $Q_s$  : kapasitas air keluar dari katup limbah ( $m^3/dt$ )