

PENGARUH VOLUME TABUNG TEKAN TERHADAP UNJUK KERJA POMPA HIDRAM

Subroto, Shodiqin

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura

e-mail: subroto.ums@gmail.com

ABSTRAK

Pompa adalah suatu alat untuk mengasikkan tekanan pada fluida cair sehingga fluida tersebut dapat dialirkan pada bagian dikehendaki dengan cara membuat tekanan negatif pada saluran masuk dan tekanan positif pada saluran keluar pompa. Untuk bekerja pompa memerlukan energi dari luar atau memerlukan penggerak mula, pada umumnya menggunakan motor bakar atau motor listrik sehingga dalam operasionalnya memerlukan biaya. Pompa hidram bekerja dengan memanfaatkan energi dari aliran air yang mengalir itu sendiri, jadi tidak memerlukan penggerak mula.. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh volume tabung tekan terhadap unjuk kerja pompa hidram.

Penelitian yang dilakukan dengan menggunakan pompa hidram dengan tinggi permukaan reservoir 3 m, panjang pipa inlet 4 m, diameter pipa tekan 2,5 inchi, diameter rumah pompa 1,5 inchi, dan diameter pipa penghantar 0.5 inchi dan tinggi 6 m. Variasi volume tabung tekan dengan volume 4866.35 cm³, 5677.41 cm³, dan 6488.47 cm³. Pengambilan data debit pompa dan debit spill dengan menggunakan gelas ukur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa volume tabung tekan berpengaruh terhadap unjuk kerja pompa yang meliputi debit dan efisiensi. Pada volume tabung tekan 4866.35 cm³ menghasilkan debit 0.0355 liter/detik dan efisiensi pompa 10.625 %, pada volume tabung tekan 5677.41 cm³ menghasilkan debit 0.068 liter/detik dan efisiensi pompa 24.64 %, dan pada volume tabung tekan 6488.47 cm³ menghasilkan debit 0.072 liter/detik dan efisiensi pompa 28.32 %

Kata kunci : *Pompa hidram, tabung tekan, unjuk kerja.*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki banyak perbukitan. Sebagian daerah yang lokasi permukaannya berada di bawah mata air, kebutuhan air daerah tersebut tidak akan menjadikan masalah karena air dengan sendirinya akan mengalir dari tempat tinggi ke tempat yang lebih rendah. Sedangkan daerah yang lokasi permukaannya lebih tinggi dari sumber air akan mengalami kesulitan mendapatkan air untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari.

Selain itu permukaan tanah juga tidak selalu rata, ada daerah yang berbukit dan relatif jauh dari sumber air.

Sebagian daerah yang lokasinya relatif tinggi dan jauh dari sumber air biasanya menggunakan pompa dengan penggerak utama motor listrik atau motor bakar untuk mendapatkan air. Namun, hal itu menjadikan kesulitan tersendiri bila memasang instalasi kelistrikan karena jangkauan sumber air dari pemukiman terlalu jauh. Begitu pula dengan motor bakar yang harga cukup

mahal, memerlukan bahan bakar dan juga memerlukan perawatan khusus sehingga perlu biaya.

Oleh karena itu diperlukan alat alternatif yang operasionalnya tidak memerlukan biaya listrik dan bahan bakar, salah satunya alternatif menggunakan pompa hidram. Namun demikian beberapa analisa ketinggian air dari permukaan sumber air ke pompa, debit dan dimensi pompa hidram belum diketahui secara pasti untuk kinerja terbaik pompa hidram. Kinerja pompa hidram juga dipengaruhi oleh ukuran volume tabung tekan, diameter katup dan lain-lain.

TINJAUAN PUSTAKA

Yeni Herawati (2009), penelitian dengan judul panjang pipa *inlet* terhadap efisiensi pompa hidram, menyatakan dari variasi panjang pipa *inlet* sebesar 1 m, 1,5 m, 2 m, dan 2,5 m didapatkan kapasitas *discharge* terbesar dari pipa *inlet* sepanjang 2,5 m. Dapat disimpulkan bahwa panjang pipa *inlet* pada pompa hidram sangat berpengaruh terhadap debit pompa.

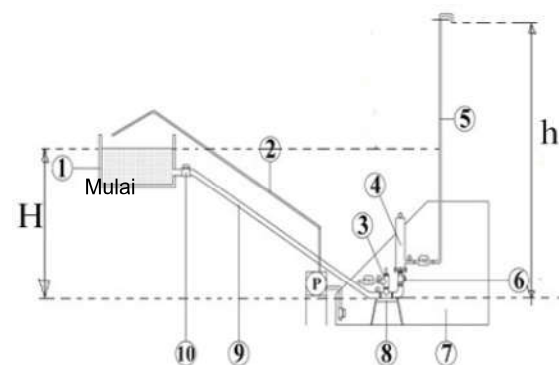
Didin S (2012), dalam penelitian ini menggunakan tabung kompresor dengan diameter tabung 3 inchi dan tinggi 25 cm. Tingkat air yang digunakan berada pada posisi 5 m dengan ketinggian 8 m dari menghitung debit *output*. Parameter yang diamati adalah tekanan *input*, tekanan *output*, tekanan tabung, tekanan katup limbah, masukan debit air, aliran air dan efisiensi pompa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa posisi sejenisnya pompa hidram dengan paralel konfigurasi tabung kompresor memiliki kinerja yang lebih baik daripada konfigurasi seri tabung kompresor. *Head* maksimal 22 m tercapai. dan hasilnya debit pada ketinggian 8 m didapat 0,0453 liter/detik dan efisiensi 3,278 %.

Dzikri Rahmat R, Marjan, dan Sari Sami (2013). Pompa hidram yang digunakan dalam penelitian ini memiliki diameter pipa masuk 0,5 inchi dan diameter pipa penghantar 0,5 inchi. Variasi tinggi katup limbah terhadap lantai yakni 10.6 m, 16.7 m, dan 18.5 m untuk jarak antar katup 9 m.

Sedangkan variasi jarak antar katup yakni 7 cm, 9 cm, 12 cm. Untuk percobaan pompa hidram dengan ketinggian katup limbah 16.7 m dan jarak antar katup 9 cm, dihasilkan efisiensi sebesar 12,5 %. Pada percobaan pompa hidram ini dapat disimpulkan bahwa tidak ditemukan adanya hubungan linear antara tinggi katup limbah dan jarak antar katup terhadap efisiensi pompa hidram.

DASAR TEORI

Pompa hidram merupakan alat untuk menaikkan air ke tempat yang lebih tinggi atau



Gambar 1. Instalasi pompa hidram

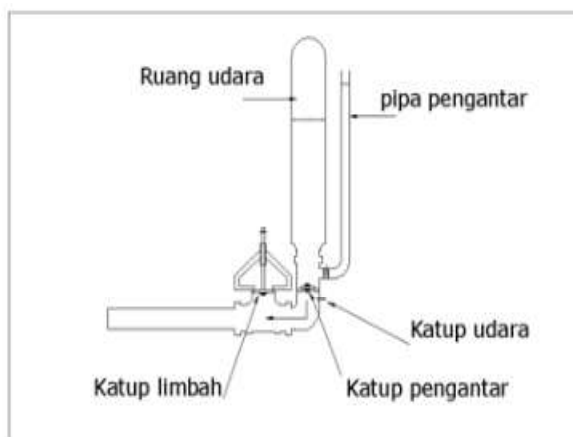
Instalasi pompa hidram antara lain :

1. Tangki pemasukan
2. Pipa sirkulasi
3. Katup limbah
4. Tabung tekan
5. Pipa discharge
6. Katup penghantar
7. Tangki penampung
8. Dudukan pompa
9. Pipa pemasukan
10. Katup pemasukan
11. H = Tinggi permukaan *reservoir*
12. h = Tinggi pipa penghantar

Air mengalir ke badan pompa dan sebagian air akan keluar melalui katup limbah dengan waktu yang cukup cepat, maka tekanan dinamik yang dihasilkan akan membuka katup penghantar dan mendorong air bergerak ke atas menuju ke tabung tekan. Dalam waktu tertentu katup limbah

akan tertutup secara tiba-tiba dan akan menghentikan aliran air ke pipa *suplay*.

Aliran air yang terhenti karena katup limbah tertutup mengakibatkan tekanan besar yang terjadi secara tiba-tiba di dalam pompa hidram. Tekanan air yang dihasilkan atau tekanan karena “*water hammer*” di dalam badan pompa, akan menekan sebagian air masuk ke dalam tabung dan menutup katup penghantar. Melalui katup penghantar /katup searah, air di dalam tabung tidak bisa kembali lagi ke pompa sehingga air dalam tabung tersebut akan keluar melalui pipa penghantar (*outlet*) pada ketinggian tertentu.



Gambar 2. Komponen utama pompa hidram

Beberapa komponen utama pompa hidram antara lain :

1. Katup Limbah (*Waste Valve*)

Katup limbah merupakan salah satu bagian penting dari pompa hidram, dan harus dirancang dengan baik sehingga berat dan gerakannya dapat disesuaikan kondisi kerja. Katup limbah sendiri berfungsi untuk mengubah energi kinetik fluida kerja yang mengalir melalui pipa *inlet* menjadi energi tekanan fluida yang akan menaikkan fluida kerja menuju tabung udara.

2. Katup Penghantar (*Delivery Valve*)

Katup penghantar harus dibuat satu arah agar air yang telah masuk ke dalam tabung udara tidak dapat kembali lagi ke badan pompa hidram. Katub penghantar

ini berfungsi untuk menghantarkan air dari badan pompa hidram menuju tabung udara untuk selanjutnya dinaikkan pipa penghantar.

3. Tabung udara (*Air Chamber*)

Tabung tekan atau tabung udara merupakan suatu ruang digunakan untuk memampatkan udara yang ada di dalamnya untuk menahan tekanan dari siklus pompa hidram. Tabung udara juga berfungsi agar air yang melewati pipa penghantar dapat mengalir secara terus menerus.

4. Katup Udara (*Air Valve*)

Udara yang tersimpan dalam ruang udara diisap perlahan-lahan oleh turbulensi air yang masuk melalui katup pengantar dan hilang kedalam pipa pengantar. Udara ini harus diganti dengan udara baru melalui katup udara. Katup udara harus disesuaikan sehingga mengeluarkan aliran air yang kecil setiap terjadi denyutan air. Jika katup udara terbuka terlalu besar maka ruang udara terisi dengan udara dan ram akan mempompa udara. Jika katup kurang terbuka sehingga tidak memungkinkan masuknya udara yang cukup banyak maka ram akan bergetar. Keadaan ini harus diperbaiki dengan memperhatikan besar lubang udara.

5. Pipa Penghantar (*Delivery Pipe*)

Pipa penghantar berfungsi untuk menghantarkan aliran air dari tabung udara menuju tangki penampungan. Pipa ini juga digunakan untuk mengetahui banyaknya debit pompa dengan *head* yang telah ditentukan.

Aliran Air didalam Pipa

Pipa merupakan saluran tertutup yang biasanya berpenampang lingkaran, dan digunakan untuk mengalirkan fluida dengan tampang aliran penuh. Tegangan yang terjadi akan menyebabkan terjadinya kehilangan tenaga selama pengaliran. Kehilangan tenaga akibat gesekan dari 2 titik beda ketinggian, gaya yang bekerja adalah gaya tekanan, berat zat cair dan gaya geser.

Persamaan *Bernoulli* untuk aliran tersebut adalah :

$$z_1 + \frac{v_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\rho g} = z_2 + \frac{v_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\rho g} + H_f \quad (1)$$

dengan :

- z = Elevasi (tinggi tempat)
- $\frac{v^2}{2g}$ = Tinggi tekanan
- $\frac{p}{\rho g}$ = Tinggi kecepatan

H_f = Kerugian - kerugian aliran dalam pipa

Efisiensi Pompa

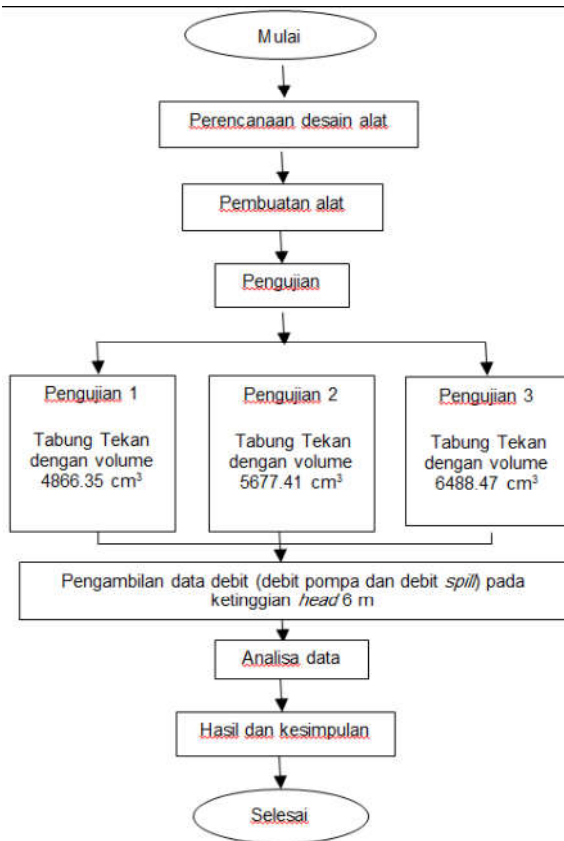
Efisiensi pompa hidram menurut D'Aubuisson

$$\eta_D = \frac{q}{Q} \times 100\% \quad (2)$$

dengan :

- η_D = Efisiensi pompa hidram
- q = Debit pompa hidram (m^3/s)
- Q = Debit spill (m^3/s)
- h = Head output (m)
- H = Head reservoir (m)

METODE PENELITIAN



Gambar 3. Diagram alir penelitian

Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan penelitian ini adalah :

1. Reservoir air yang biasa disebut tandon untuk menampung air dari sungai.



Gambar 4. Tampungan air (reservoir)

2. Badan pompa hidram dengan diameter 1.5 inchi.



Gambar 5. Badan pompa hidram

3. Rumah katup buang dengan diameter 1.5 inchi.



Gambar 6. Rumah katup buang

4. Tabung tekan dengan volume 4866.35 cm³, volume 5677.41 cm³, dan volume 6488.47 cm³.



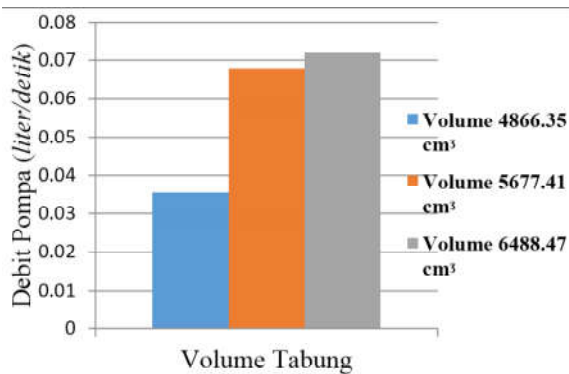
Gambar 7. Tabung udara

HASIL DAN PEMBAHASAN

Volume Tabung Tekan dan Debit Pompa

Tabel 1. Volume tabung tekan dengan debit

Debit Pompa (liter/detik)	Variasi Volume Tabung Tekan		
	Volume 4866.35 cm^3	Volume 5677.41 cm^3	Volume 6488.47 cm^3
Percobaan 1	0.036	0.067	0.0725
Percobaan 2	0.0345	0.0685	0.072
Percobaan 3	0.0345	0.0675	0.0715
Rata - rata	0.0355	0.068	0.072



Gambar 8. Hubungan volume tabung tekan dengan debit pompa hidram.

Dari tabel 1 dan gambar 8 dapat dijelaskan ketiga variasi volume tabung tekan tersebut dari hasil pengujian didapatkan, bahwa volume tabung tekan berpengaruh terhadap debit pompa. Jika volume tabung semakin besar maka debit yang dihasilkan juga semakin besar.

Debit pompa tertinggi adalah pada volume tabung $6488.47 cm^3$ dengan debit pompa sebesar $0.072 liter/detik$. Sedangkan untuk debit pompa terendah adalah pada volume $4866.35 cm^3$ dengan debit pompa sebesar $0.0355 liter/detik$.

Pada kondisi volume tabung tekan kecil air masuk dan mengompresikan udara dalam tabung hingga udara bertekanan cukup tinggi dan air dibawahnya tertekan ke bawah akan menutup katup penghantar. Tekanan yang tinggi menyebabkan katup tertutup dalam waktu yang lama sehingga debit air yang keluar melalui pipa penghantar kecil.

Untuk volume tabung tekan yang ukurannya lebih besar maka volume air yang masuk ke dalam tabung mengompresikan udara dalam tabung dengan tekanan yang berkurang. Dengan berkurangnya tekanan maka katup penghantar akan menutup lebih cepat, sehingga debit air yang keluar pipa penghantar akan bertambah.

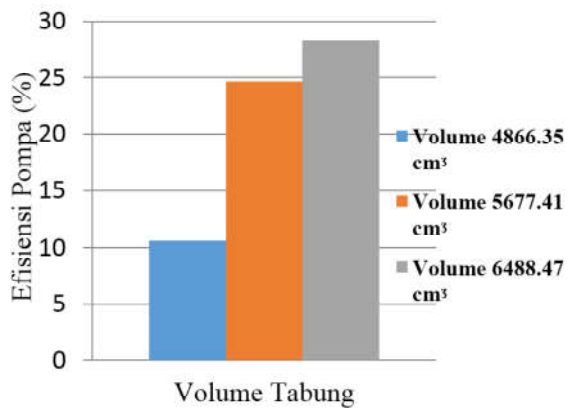
Volume Tabung Tekan Dengan Efisiensi Pompa

Tabel 2. Debit *spill* pompa hidram

Debit <i>spill</i> (liter/detik)	Variasi Volume Tabung Tekan		
	Volume 4866.35 cm^3	Volume 5677.41 cm^3	Volume 6488.47 cm^3
	0.41	0.3	0.267

Table 3. Efisiensi pompa hidram

Efisiensi Pompa (%)	Variasi Volume Tabung Tekan		
	Volume $4866.35 cm^3$	Volume $5677.41 cm^3$	Volume $6488.47 cm^3$
	10.625	24.64	28.32



Gambar 9. Hubungan antara volume tabung tekan dengan efisiensi pompa .

Berdasarkan tabel 2, tabel 3 dan gambar 9 dapat dijelaskan bahwa volume tabung tekan berpengaruh terhadap debit *spill* maupun efisiensi pompa. Efisiensi pompa paling rendah adalah pada volume tabung terkecil 4866.35 cm³ dengan efisiensi pompa sebesar 10.625 %, debit pompa yang dihasilkan adalah yang paling kecil. Sedangkan debit *spill* yang dihasilkan adalah yang paling besar dibandingkan dengan volume tabung tekan yang lainnya.

Untuk volume tabung yang semakin besar debit pompa yang dihasilkan akan semakin besar dan debit *spill* yang dihasilkan akan semakin kecil. Sehingga untuk volume tabung terbesar yaitu 6488.47 cm³ debit pompa yang dihasilkan adalah yang terbanyak 0.072 liter/detik dan debit *spill* yang terkecil 0,267 liter/detik.

Dengan ditetapkan *head* pompa yang sama pada ketiga variasi tabung tekan maka, kinerja pompa hidram didasarkan hanya pada debit yang dihasilkan. Debit pompa dihasilkan yang paling besar 0.072 liter/detik, adalah menjadi kondisi kinerja pompa hidram yang terbaik sehingga dihasilkan efisiensi pompa tertinggi 28.32 % .

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian ketiga variasi volume tabung tekan maka dapat di simpulkan sebagai berikut :

1. Jika volume tabung tekan ukurannya semakin besar maka debit pompa yang dihasilkan akan semakin besar.
2. Jika volume tabung tekan ukurannya semakin besar maka efisiensi pompa yang dihasilkan juga semakin tinggi.

SARAN

Berdasarkan dari penelitian tersebut, untuk penelitian lanjutan dari pompa hidram adalah sebagai berikut :

1. Penelitian tentang pengaruh bentuk katup searah pada tabung pompa hidram terhadap debit pompa.
2. Penelitian tentang pengaruh bentuk katup searah pada tabung pompa hidram terhadap debit pompa.
3. Penelitian tentang pengaruh langkah katup buang dan terhadap debit dan efisiensi pada pompa hidram.

DAFTAR PUSTAKA

- Didin S. 2012. *Pengaruh Konfigurasi Tabung Kompresor Terhadap Unjuk Kerja Pompa Hidram*, Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram.
- Dzikri Rahmat R, & Marjan, Sari Sami. 2013. *Hubungan Linear Antara Jarak Katup Limbah Dan Tinggi Katup Limbah*. Fakultas Teknik. Universitas Gajah Mada.
- Herawati, Yeni. 2009. *Panjang Pipa Inlet Terhadap Efisiensi Pompa Hidram*, Universitas Negeri Surabaya.
- Saputra, Yoga Bakti. 2013. *Rancang Bangun Dan Pengujian Pompa Hidram dengan Variasi Katup Buang*, Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.

ISSN: 1411-4348

Tahara, Hauro & Sularso. 1987. *Pompa dan Kompresor*, Jakarta: PT. Pradnya Pranita.

Widarto, L., & FX. Sudarto C.PH.. 1996. *Teknologi Tepat Guna Membuat Pompa Hidram*, Yogyakarta : Kanisius.