



Peningkatan kinerja pompa hidram berdasarkan posisi tabung kompresor dengan saluran keluar di bawah tabung kompresor

I Gede Bawa Susana*, Rudy Sutanto

Teknik Mesin F.T. Universitas Mataram, Jl. Majapahit No. 62 Mataram, Nusa Tenggara Barat, 83125, Indonesia.

*Email : bawa.mech@yahoo.co.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received 24 October 2016

Accepted 23 November 2016.

Available online 30 December 2016

Keywords:

Performance

Hydraulic ram pump

Compressor tube

ABSTRACT

Hydraulic ram pump is operated without fuel and only rely on the height difference of the water source. tube compressor serves to continue the flow of water and increase the pressure in the hydraulic ram pump. To improve the performance of the hydraulic ram pump, experiment with variable position of the tube compressor has been done. The tube compressor is placed on the side of the valve after intake and waste, as well as with an outlet at the bottom of the tube compressor. The experiments were performed on the flow of water from a height of 2.1 m, 2.6 m, 3.1 m, 3.6 m and 4.1 m. The test results showed that the position of the tube compressor affect the performance of the hydraulic ram pump. Tube compressor is placed after the input side and the waste valve has a value greater than the tube compressor that is placed between the input and exhaust valves. The volumetric flow rate output, maximum head, suction force, and the largest thrust force obtained at a height of 4.1 m with the results of each 0.121 l / sec; 16 m; 156.499 N; and 89.48 N. While the largest pump efficiency obtained at a height of 3.1 m waterfall which is 2.618%.

PENDAHULUAN

Pompa hidram (*hydraulic ram*) digunakan sebagai alternatif mengatasi permasalahan keterbatasan bahan bakar minyak. Pompa bekerja tidak membutuhkan bahan bakar minyak maupun sumber energi listrik dan dapat bekerja dalam waktu 24 jam tanpa henti.

Dalam Direktorat Pengelolaan Air (2009) dijelaskan bahwa pompa hidram merupakan salah satu alternatif teknologi aplikasi untuk irigasi dan secara teoritis memiliki keunggulan ekonomis dan efektifitas. Pompa hidram sangat

baik digunakan pada wilayah yang mempunyai ketinggian areal di atas sumber air yang sulit terjangkau dengan sistem aliran konvensional atau menggunakan aliran secara gravitasi.

Pompa hidram beroperasi tanpa sumber energi luar berupa bahan bakar minyak maupun listrik. Pompa hidram bekerja berdasarkan gaya air atau tekanan dinamik akibat perbedaan ketinggian antara pompa dan sumber air. Pompa hidram untuk mengalirkan air tidak membutuhkan adanya sumber energi luar. Dalam Suarda dan Wirawan (2008) dijelaskan bahwa pompa hidram

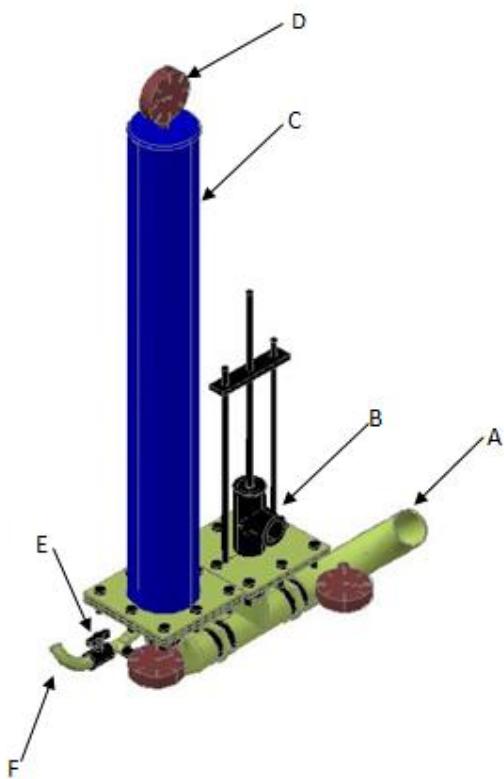
bekerja berdasarkan prinsip palu air yaitu perubahan momentum massa fluida sebagai dampak dari penghentian aliran fluida secara tiba-tiba akan meningkatkan tekanan secara tiba-tiba.

Pompa hidram memiliki mekanisme kerja yaitu melalui proses perubahan energi kinetik berupa kecepatan aliran air menjadi tekanan dinamis yang menghasilkan palu air, sehingga menimbulkan tekanan yang tinggi di dalam pipa. Dalam Dinar, dkk. (2013) dijelaskan bahwa palu air (*water hammer*) terjadi berdasarkan air mengalir dari terjunan sumber air secara gravitasi menghantam arus balik dengan sebagian debit air keluar katup buang dan sisanya mendorong katup hisap mengalir ke dalam tabung udara sekaligus mendorong air dalam tabung udara keluar pipa *output*. Energi yang timbul akibat hantaman yang berulang-ulang ini akan mengalirkan air ke areal yang lebih tinggi.

Pompa hidram terdiri dari beberapa komponen utama meliputi pipa penghubung atau pemasukan, katup limbah, tabung kompresor, dan pipa pengeluaran. Fluida mengalir dari sumber dan masuk ke dalam pompa melalui pipa pemasukan/ penghubung dan keluar melewati katup limbah. Katup-katup dapat menutup dan

menghentikan aliran pada pipa pemasukan akibat gaya tekan air yang masuk ke dalam pompa dan mendorong katup-katup tersebut. Akibat gaya tekan dari pipa pemasukan akan memaksa air untuk mengalir ke pipa pengeluaran dengan tekanan tinggi sehingga mampu mengalir ke tempat yang lebih tinggi.

Tabung kompresor dalam pompa hidram berperan sangat penting untuk meneruskan aliran air yang masuk menuju saluran keluar. Tabung kompresor berfungsi menaikkan tekanan dalam pompa hidram untuk mendorong air ke tempat lebih tinggi. Hasil penelitian Suarda dan Wirawan (2008) menunjukkan bahwa dengan pemasangan tabung udara atau tabung kompresor meningkatkan efisiensi pompa hidram secara signifikan yaitu 19,45% dibandingkan tanpa tabung udara hanya 0,72%. Ahmadi (2013) melakukan penelitian variasi tinggi keluaran aliran air pada tabung kompresor dengan dimensi 3 in dan panjang 60 cm dengan jarak masing-masing keluaran 10 cm dari badan pompa. Berdasarkan Rajput (2002), bahwa tabung udara berfungsi untuk mengurangi daya yang dibutuhkan pada pompa serta untuk memperoleh aliran pemompaan air yang berkelanjutan.



Gambar 1. Skema alat penelitian

Untuk meningkatkan kinerja pompa hidram dalam penelitian ini dilakukan kajian terhadap posisi tabung kompresor. Posisi tabung kompresor disusun berdasarkan input-katup limbah-tabung kompresor dan input-tabung kompresor-katup limbah dengan aliran air keluar berada dibagian bawah tabung kompresor. Kinerja pompa hidram dikaji berdasarkan debit air keluar, *head maksimum*, gaya hisap, gaya dorong, dan efisiensi.

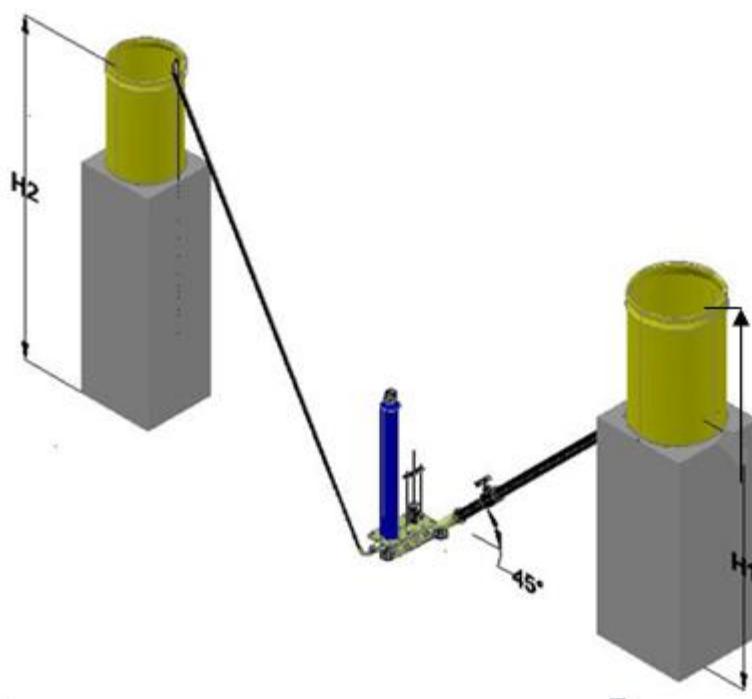
METODE PENELITIAN

Pompa hidram dirancang dengan diameter *input* 3,81 cm; diameter *output* 1,27 cm; ukuran tabung kompresor 7,62 cm dan panjang 60 cm dengan *output* berada dibagian bawah tabung kompresor. Pompa hidram menggunakan material pipa besi berdiameter 3 in (7,62 cm) dan 0,5 in (1,27 cm), knee dengan diameter 3 in, elbow, pelat besi, *dobel nepel*, baut, dan mur. Skema pompa hidram yang digunakan dalam

dengan tabung kompresor berada pada posisi antara *input* dan katup limbah. Masing-masing posisi tabung kompresor dilakukan pengujian terhadap tinggi terjunan 2,1 m; 2,6 m; 3,1 m; 3,6 m; dan 4,1 m dengan sudut terjunan tetap yaitu 45°.

Dalam pengujian digunakan alat penunjang berupa dudukan pompa hidram dan dudukan tangki reservoir 1100 liter. Skema pengujian pompa hidram seperti disajikan pada gambar 2 dengan H_1 dan H_2 masing-masing *head input* dan *head output*. Pengambilan data dilakukan dengan membaca tekanan pada alat ukur yang terpasang pada pompa hidram meliputi tekanan *input* dan tekanan *output*. Pengukuran debit air *input* dan *output* menggunakan gelas ukur dan waktu diukur menggunakan *stopwatch*.

Data-data hasil pengujian digunakan untuk memperoleh hubungan antara variasi tinggi terjunan dan posisi tabung kompresor terhadap



Gambar 2. Skema instalasi pengujian pompa hidram

penelitian ini seperti disajikan pada gambar 1, dengan A = *input*, B = katup limbah, C = tabung kompresor, D = *pressure gauge*, E = kran *output*, F = *output*.

Tahap pertama penelitian dilakukan dengan tabung kompresor berada pada posisi setelah *input* dan katup limbah seperti pada gambar 1. Tahap kedua penelitian dilakukan

tekanan *input*, tekanan *output*, debit air *output*, *head maksimum*, gaya hisap, gaya dorong, dan efisiensi pompa hidram. Untuk mengukur volume air keluar digunakan gelas ukur dan waktu diukur menggunakan *stopwatch*, serta debit air keluar dihitung menggunakan persamaan (1).

$$Q = \frac{V}{t} \quad (1)$$

dengan Q merupakan debit (liter/detik), V adalah volume (liter), dan t merupakan waktu pengukuran (detik).

Head maksimum merupakan tinggi maksimum pemompaan yang dapat dilakukan pompa hidram dan dihitung berdasarkan persamaan (2).

$$\text{Head maksimum} = \frac{P}{\rho} \quad (2)$$

Dengan P merupakan tekanan (kg/cm^2) dan ρ adalah massa jenis fluida (kg/m^3).

Gaya hisap dan gaya dorong pompa hidram dihitung berdasarkan persamaan (3) (Streeter, 1992).

$$F = PxA \quad (3)$$

dengan F adalah gaya hisap (N), P merupakan tekanan *input* atau *output* (kg/cm^2), dan A sebagai luas penampang pipa *input* atau *output* (cm^2).

Untuk menghitung efisiensi pompa hidram digunakan persamaan (4), Diamer dan Ma Chi (2002).

$$y = \frac{Q_2}{Q_1} \times \frac{H_2}{H_1} \quad (4)$$

dengan y adalah efisiensi pompa hidram (%), Q_1 merupakan debit air terjunan atau *input* (l/menit), Q_2 adalah debit air yang di naikkan atau *output* (l/menit), H_1 adalah tinggi *input* (m), dan H_2 merupakan tinggi *output* (m).

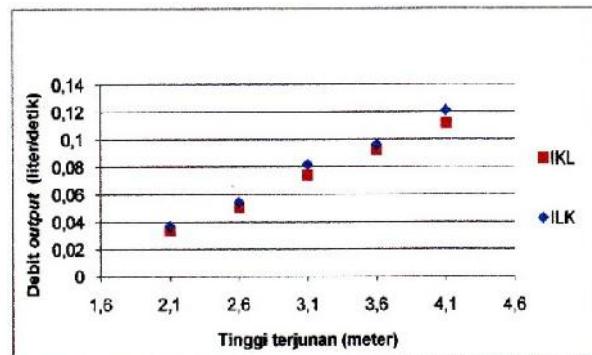
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian pompa hidram terhadap perubahan posisi tabung kompresor yaitu input-tabung kompresor- katup limbah (IKL) dan input-katup limbah-tabung kompresor (ILK) dengan saluran keluar berada di bawah tabung kompresor berdasarkan debit *output* disajikan pada gambar 3. Posisi tabung kompresor yang diletakkan setelah *input* dan katup limbah memberikan hasil debit *output* lebih tinggi dibandingkan dengan posisi tabung kompresor yang diletakkan diantara *input* dan katup limbah. Jika dilihat berdasarkan tinggi terjunan, maka debit *output* meningkat seiring dengan semakin meningkatnya tinggi terjunan. Hal ini diakibatkan karena tekan masuk air dan debit *input* pada pompa semakin besar yang berdampak pada semakin besarnya volume air masuk tabung kompresor.

Tinggi maksimum pemompaan dari pompa hidram ditunjukkan sebagai *head maksimum* seperti disajikan dalam gambar 4 dan *head*

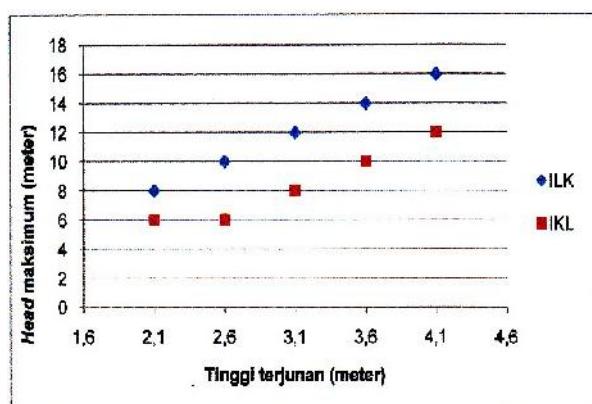
maksimum terbesar terjadi pada tinggi terjunan 4,1 m.

Jika dilihat berdasarkan posisi tabung kompresor yang diletakkan setelah *input* dan katup limbah (ILK) memberikan hasil head maksimum lebih tinggi dibandingkan dengan posisi tabung kompresor yang diletakkan diantara *input* dan katup limbah (IKL). Untuk nilai terbesar pada terjunan 4,1 m, head maksimum susunan ILK sebesar 16 m lebih tinggi dibandingkan susunan IKL sebesar 12 m. Ini merupakan dampak dari air masuk pompa langsung dimanfaatkan tabung kompresor untuk menggerakkan katup dan menaikkan tekanan untuk mendorong air ke tempat lebih tinggi.



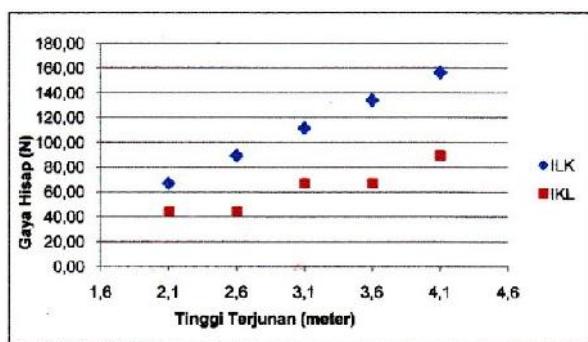
Gambar 3. Perbandingan nilai debit *output* pada tinggi terjunan terhadap posisi tabung kompresor

Berdasarkan gambar 3, debit *output* terbesar terjadi pada tinggi terjunan 4,1 m yaitu 0,121 l/detik atau 121 ml/detik . Debit *output* pada penelitian ini memberikan hasil yang lebih besar dibandingkan dengan penelitian Ahmadi (2013) yang menempatkan posisi *output* pada badan tabung kompresor dengan debit *output* terbesar 102,24 ml/detik .

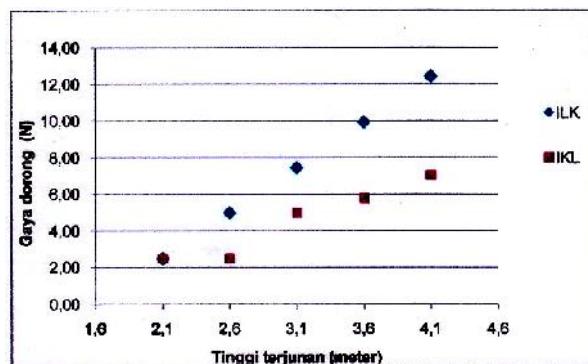


Gambar 4. Perbandingan nilai *head maksimum* pada tinggi terjunan terhadap posisi tabung kompresor

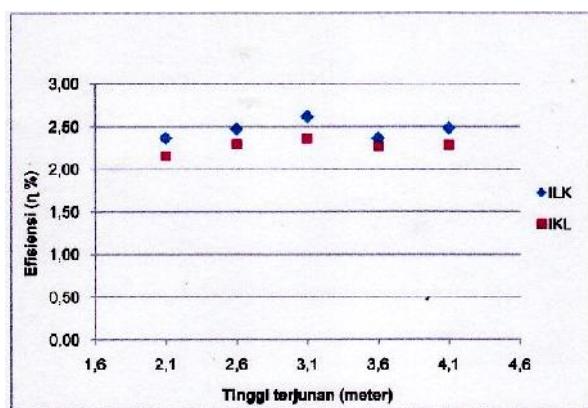
Nilai gaya hisap dan gaya dorong pada pompa hidram dengan susunan ILK dan IKL ditunjukkan pada gambar 5 dan 6. Posisi tabung kompresor yang diletakkan setelah *input* dan katup limbah (ILK) memberikan hasil gaya hisap dan gaya dorong lebih baik dibandingkan dengan posisi tabung kompresor yang diletakkan diantara *input* dan katup limbah (IKL).



Gambar 5. Perbandingan nilai gaya hisap pada tinggi terjunan terhadap posisi tabung kompresor



Gambar 6. Perbandingan nilai gaya dorong pada tinggi terjunan terhadap posisi tabung kompresor



Gambar 7. Perbandingan nilai efisiensi pada tinggi terjunan terhadap posisi tabung kompresor

Gambar 5 dan 6 menunjukkan bahwa gaya hisap dan gaya dorong terbesar terjadi pada tinggi terjunan 4,1 m. Posisi tabung kompresor dengan susunan pompa hidram ILK menghasilkan gaya hisap dan gaya dorong masing-masing 156,499 N dan 12,419 N. Sedangkan untuk susunan IKL gaya hisap dan gaya dorong masing-masing 89,48 N dan 7,452 N.

Efisiensi pompa hidram yang ditunjukkan sebagai perbandingan debit *output* dan *input* serta perbandingan *head output* dan *input* baik pada posisi tabung kompresor dengan susunan pompa hidram ILK maupun IKL disajikan seperti gambar 7.

Nilai efisiensi tertinggi diperoleh pada tinggi terjunan 3,1 m yaitu 2,618% pada susunan ILK dan 2,357% pada susunan IKL. Berdasarkan gambar 7, bahwa efisiensi yang lebih baik diperoleh pada susunan pompa hidram dengan posisi tabung kompresor diletakkan setelah *input* dan katup limbah (ILK) dibandingkan posisi tabung kompresor yang diletakkan diantara *input* dan katup limbah (IKL). Posisi tabung kompresor yang diletakkan setelah *input* dan katup limbah (ILK) dengan saluran keluar berada di bawah tabung kompresor terbukti mampu meningkatkan kinerja pompa hidram yang ditunjukkan dengan semakin meningkatnya nilai debit *output*, *head maksimum*, gaya hisap dan dorong, serta efisiensi.

KESIMPULAN

Tabung kompresor yang diletakkan setelah *input* dan katup limbah (ILK) dengan saluran keluar berada di bawah tabung kompresor memberikan dampak yang signifikan pada kinerja pompa hidram. Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan sebagai berikut.

- Debit *output* terbesar terjadi pada tinggi terjunan 4,1 m dan meningkat dari 0,112 l/detik pada susunan IKL menjadi 0,121 l/detik atau 121 ml/detik yang tersusun ILK.
- Head maksimum terbesar terjadi pada tinggi terjunan 4,1 m dan meningkat dari 12 m pada susunan IKL menjadi 16 m pada susunan ILK.
- Gaya hisap dan dorong terjadi pada tinggi terjunan 4,1 m dan meningkat masing-masing dari 89,48 N dan 7,452 N pada susunan IKL menjadi 156,499 N dan 12,419 N pada susunan ILK.
- Efisiensi terbesar terjadi pada tinggi terjunan 3,1 m dan meningkat dari 2,357% pada susunan IKL menjadi 2,618% pada susunan ILK.

DAFTAR SIMBOL

- A : luas penampang pipa *input* atau *output* (cm^2)
F : gaya hisap atau gaya dorong (N)
 H_1 : *head input* (m)
 H_2 : *head output* (m)
IKL : *input*-tabung kompresor-katup limbah
ILK : *input*-katup limbah-tabung Kompresor
P : tekanan (kg/cm^2)
Q : debit air (liter/detik)
 Q_1 : debit air terjunan/*input* (l/menit)
 Q_2 : debit air *output* (l/menit)
t : waktu pengukuran (detik)
V : volume (liter)
 η : efisiensi pompa hidram (%)
 ρ : massa jenis fluida (kg/m^3)

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi S., 2013, Pengaruh variasi tinggi keluaran tabung kompresor (*air chamber*) terhadap efisiensi pompa hidram (*hydraulic ram Pump*), Tugas Akhir, Teknik Mesin, Universitas Mataram.
- Diamer P., Ma Chi, 2002, Hydraulic ram handbook, Zhejiang University of Technology, China.
- Dinar M. F., Hari A. C. W., Latifah N. Q., Enjang, J. M., 2013, Uji efisiensi pompa hidram dengan variasi volume tabung udara, Prosiding Seminar Nasional Kontribusi Fisika, Bandung, 2-3 Desember.
- Direktorat Pengelolaan Air, 2009, Pedoman teknis pengembangan irigasi pompa hidram, Direktorat Jenderal Pengelolaan Lahan dan Air, Departemen Pertanian Republik Indonesia.
- Rajput R. K., 2002, A textbook of fluid mechanics and hydraulic machines, S1 Version, S. Chad and Company Ltd, New Delhi.
- Streeter V. L., 1992, Mekanika fluida jilid 1, Erlangga, Jakarta.
- Suarda M., Wirawan I. K. G., 2008, Kajian eksperimental pengaruh tabung udara pada head tekanan pompa hidram, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakram, Universitas Udayana, vol. 2, no. 1, 10-14.