

RANCANG BANGUN DAN KAJIAN PENGARUH KETINGGIAN SUMBER AIR TERHADAP KINERJA POMPA HIDRAM

(Design and Study of the Effects of Altitude on the Performance of Water Resources Hydraulic Ram)

Ardiansyah Siregar^{1,2}, Sumono¹, Nazif Ichwan¹

¹Program Studi Keteknikan Pertanian, Fakultas Pertanian USU
Jl. Prof. Dr. A. Sofyan No. 3 Kampus USU Medan 20155

²Email: Maenggokil335@gmail.com

Diterima : 17 Februari 2017/Di setujui: 20 April /2017

ABSTRACT

Hydraulic ram is one type of pump that does not require electrical energy for utilizing air pressure and water pressure itself as a driving force, so that the hydraulic ram one water pump that does not use fuel and relatively inexpensive. In this study will be measured flow rates, pump efficiency and discharge coefficient. This study aims to assess the effect at different heights on the water source 55 cm, 45 cm and 35 cm to the discharge of produced water. Based on the research results obtained in the discharge water input with a height of 55 cm of 1,042 l/s, with a height of 45 cm water of 0,946 l/s, and the water level 35 cm of 0,867 l/s. On the debit output with 55 cm water level of 0,285 l/s with a height of 45 cm water of 0,226 l/s and water level 35 cm of 0,148 l/s. Can result in efficiency at a height of 55 cm of water at 27,35 % with a height of 45 cm of water at 23,89 % and 35 cm water level of 17,07 %. On the results of the coefficient of discharge with a height of 55 cm of water at 0,707, with a height of 45 cm water of 0,695 and the water level 35 cm by 0,691.

Keywords: Hydraulic Ram, Hydraulic Ram Efficiency, Discharge Coefficient

ABSTRAK

Pompa hidram merupakan salah satu jenis pompa yang tidak membutuhkan energi listrik karena memanfaatkan tekanan udara dan tekanan air itu sendiri sebagai tenaga penggerakannya, sehingga pompa hidram salah satu pompa air yang tidak menggunakan BBM dan relatif murah. Dalam penelitian ini akan diukur debit aliran, efisiensi pompa dan koefisien debit. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh pada ketinggian yang berbeda pada ketinggian sumber air 55 cm, 45 cm dan 35 cm terhadap debit air yang dihasilkan. Berdasarkan penelitian didapat hasil pada debit input dengan ketinggian air 55 cm sebesar 1,042 l/s, dengan ketinggian air 45 cm sebesar 0,946 l/s, dan ketinggian air 35 cm sebesar 0,867 l/s. Pada debit output dengan ketinggian air 55 cm sebesar 0,285 l/s, dengan ketinggian air 45 cm sebesar 0,226 l/s dan ketinggian air 35 cm sebesar 0,148 l/s. Didapat hasil efisiensi pada ketinggian air 55 cm sebesar 27,35 %, dengan ketinggian air 45 cm sebesar 23,89 % dan ketinggian air 35 cm sebesar 17,07 %. Pada hasil koefisien debit dengan ketinggian air 55 cm sebesar 0,707, dengan ketinggian air 45 cm sebesar 0,695 dan pada ketinggian air 35 cm sebesar 0,691

Kata kunci: Pompa Hidram, Efisiensi Pompa Hidram, Koefisien Debit

PENDAHULUAN

Air adalah sumber kehidupan bagi makhluk hidup. Dalam semua aspek kehidupan, air merupakan komponen yang mutlak harus tersedia baik sebagai komponen utama maupun sebagai komponen pendukung. Usaha pemenuhan kebutuhan air dalam kehidupan sehari-hari dapat dilakukan dengan memanfaatkan kondisi alam dan hukum dasar fisika ataupun dengan memanfaatkan peralatan mekanis hasil karya manusia (Harto, 1993), seperti pemakaian pompa baik yang

mempergunakan bahan bakar atau tenaga air itu sendiri.

Masyarakat yang berdomisili pada daerah di bawah sumber air tidak perlu bersusah payah menyediakan air untuk kehidupan mereka sehari-hari. Sesuai dengan hukum fisika, air akan mengalir dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah, atau dari potensi hidrolik yang lebih tinggi ke potensi yang lebih rendah. Berdasarkan hukum tersebut air dapat diangkat dari tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi dengan menggunakan peralatan mekanis seperti pompa (Hansen, ddk, 1992).

Untuk daerah–daerah yang memiliki sumber air lebih rendah dari daerah yang aliran diari dapat digunakan alat mekanis sederhana atau yang lebih maju. Pompa adalah peralatan mekanis yang telah digunakan dari generasi ke generasi untuk membantutransport air dari tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi atau dari satu tempat ke tempat lain dengan jarak tertentu. Secara umum pompa ada dua macam yaitu pompa dengan menggunakan motor sebagai tenaga penggerak untuk memindahkan air dan pompa hidram yang merupakan pompa tanpa motor, yang mana dalam mekanisme kerjanya hanya menggunakan energi potensial hidrolik (Mulyoto dkk, 1978).

Pompa hidram pertama kali diperkenalkan oleh John Whistehurst, seorang berkebangsaan inggris tahun 1772 M, dan kemudian teknologi ini disempurnakan oleh Joseph Michel Montgolfier, seorang berkebangsaan Perancis dengan menambahkan katup sehingga bisa bekerja secara otomatis. Namun demikian, pemanfaatan pompa hidram ini dirasa masih sangat terbatas dengan melihat luasnya wilayah Indonesia, sehingga perlu sekiranya untuk mengoptimalkan teknologi ini di masyarakat tentunya dengan perbaikan performa dan efisiensi atau kinerjanya (Widarto dan Sudarto, 1997). Di samping itu ada berbagai batasan alat ini yaitu, keterbatasannya daya penyalurannya dan banyak air yang terbuang, karena digunakan untuk menghantam/memukul peralatan pompa untuk menghasilkan tenaga yang diperlukan untuk mengangkat air dari sumbernya dan menentukan jauhnya jarak penyaluran serta debit yang disalurkan. Untuk itu perlu dirancang bangun pompa tersebut untuk mengetahui kinerja pompa yang optimal. Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun pompa hidram dan mengkaji pengaruh tinggi terjun air terhadap kinerja pompa hidram

BAHAN DAN METODE

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah air, pipa, lem silicon, bambu, dan karet ban. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin las, mesin bubut, gerinda, martil, obeng, meteran, stopwatch, kalkulator, ember, kunci pas, drum, dan gergaji besi.

Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah studi literatur (kepuustakaan), lalu melakukan pengamatan tentang pompa hidram ini. Selanjutnya dilakukan perancangan bentuk, pembuatan/perangkaian komponen komponen, kemudian dilakukan pengujian kinerja alat

dengan pengamatan parameter. Sebagai perlakuannya dalam pengujian kinerja alat adalah tinggi terjunan air $H_1 = 55$ cm, $H_2 = 45$ cm, $H_3 = 35$ cm dengan ulangan sebanyak 6 kali.

Parameter Penelitian

1. Debit aliran
Debit aliran air secara tidak langsung atau secara teoritis dapat dihitung dengan Persamaan:

$$Q_T = A\sqrt{2}gh$$

dan secara aktual debit dapat dihitung dengan persamaan :

$$Q_A = V/t$$

dimana

$$Q = \text{Debit air (m}^3/\text{s)}$$

$$V = \text{Volume air yang tertampung (m}^3\text{)}$$

$$t = \text{Waktu pengangkatan volume air yang tertampung (s)}$$

$$A = \text{Luas penampang pipa penyaluran (m}^2\text{)}$$

$$g = \text{Gaya gravitasi (m/s}^2\text{)}$$

$$h = \text{Tinggi sumber air (m)}$$

(Merle dan Wiggert, 2011).

2. Koefisien Debit
Koefisien debit menyatakan perbandingan debit aliran aktual yang keluar (tertampung) dari bejana dengan debit teoritis sebagai berikut:

$$C_d = \frac{Q_A}{Q_T} = \frac{V/t}{A\sqrt{2}gh}$$

dimana

$$C_d = \text{Koefisien Debit}$$

$$Q_a = \text{Debit Aktual (l/s)}$$

$$Q_t = \text{Debit Teoritis (l/s)}$$

$$V = \text{Volume air yang tertampung (m}^3\text{)}$$

$$t = \text{Waktu pengangkatan volume air yang tertampung (s)}$$

$$A = \text{Luas penampang pipa penyaluran (m}^2\text{)}$$

$$g = \text{Gaya gravitasi (m/s}^2\text{)}$$

$$h = \text{Tinggi sumber air (m)}$$

3. Efisiensi Pompa
efisiensi pompa hidram dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\eta = \frac{Q_{out}}{Q_{in}}$$

dimana :

$$\eta = \text{efisiensi pompa hidram (\%)}$$

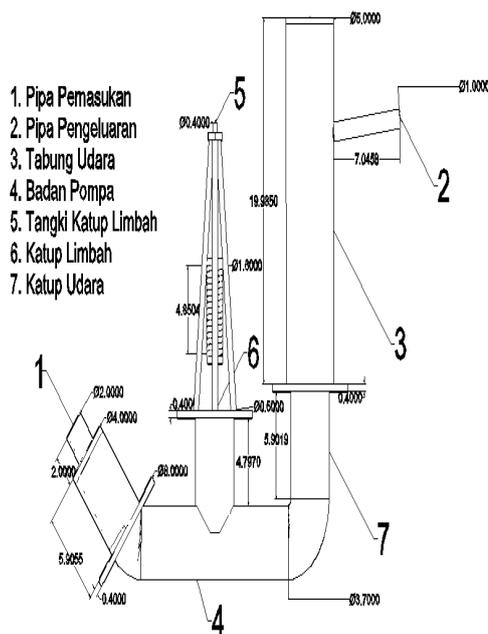
$$Q_{out} = \text{debit air yang keluar/dihasilkan (liter/menit)}$$

$$Q_{in} = \text{debit air yang masuk (liter/menit)}$$

(Suroso, dkk, 2012).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancang Bangun pompa hidram dapat dilihat pada Gambar 1. Proses kerja pompa hidram diawali dengan aliran air dari sumber masuk melalui pipa pemasukan atau pipa penghubung dengan posisi pompa lebih rendah dari sumber air tersebut (1). Mula-mula katup limbah (6) terbuka karena gravitasi sedangkan katup hisap tertutup. Air yang masuk memenuhi badan pompa (4) mendorong ke atas sehingga katup menutup. Tertutupnya katup buang mengakibatkan dorongan air menekan dan membuka katup hisap lalu air masuk mengisi ruang dalam tabung udara (3) di atas katup hisap. Pada volume tertentu pengisian air dalam tabung udara optimal, massa air dan udara dalam tabung akan menekan katup hisap untuk menutup kembali, pada saat yang bersamaan sebagian air keluar melalui pipa pengeluaran (2). Dengan tertutupnya kedua katup, maka aliran air dalam badan pompa berbalik berlawanan dengan aliran air masuk diikuti denganturunnya katup buang. Hal ini karena arah tekanan air tidak lagi ke katup buang tetapi berbalik ke arah pipa input atau pipa pemasukan (1).



Gambar 1. Rancang Bangun Pompa Hidram

Pada pipa pengeluaran palu air (*water hammer*) itu terjadi, dimana air dengan tenaga gravitasi dari terjunan sumber air menghantam arus balik tadi, sebagian besar debit air keluar melalui katup buang, sementara sisanya mendorong katup hisap masuk ke dalam tabung udara sekaligus mendorong air yang ada dalam tabung udara untuk keluar melalui pipa *output* (2). Energi hantaman yang berulang-ulang mengalirkan air ke tempat yang lebih tinggi.

Debit Aliran

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan maka diperoleh beberapa data seperti debit *input* (Q_{in}), debit *output* (Q_{out}), dan efisiensi (η), seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Debit *Input* (Q_{in}), Debit *Output* (Q_{out}) dan Efisiensi (η).

Ketinggian (cm)	Debit <i>Input</i> (l/s)	Debit <i>Output</i> (l/s)	Efisiensi Pompa (%)
55	1,042	0,285	27,35
45	0,946	0,226	23,89
35	0,867	0,148	17,07

Berdasarkan Tabel 1 dengan tinggi 55 cm, 45 cm dan 35 cm didapat hasil yang terbaik pada hidram dengan ketinggian sumber air 55 cm dibandingkan dengan ketinggian 45 cm dan 35 cm. Proses ini terjadi karena pada setiap ketinggian sumber air, semakin tinggi permukaan air semakin besar pula debit pada pompa hidram dan tekanan yang dihasilkan pada pipa masuk.

Dari Tabel 1 dapat dilihat nilai debit pengeluaran yang tertinggi yaitu 0,285/l/s, pada ketinggian air 55 cm. Hal ini disebabkan oleh tekanan pada badan hidram yang diteruskan ke tabung udara melalui katup penghantar sehingga udara yang termampatkan tersebut akan mampu menaikkan air lebih banyak dibandingkan ketinggian sumber air yang lebih rendah.

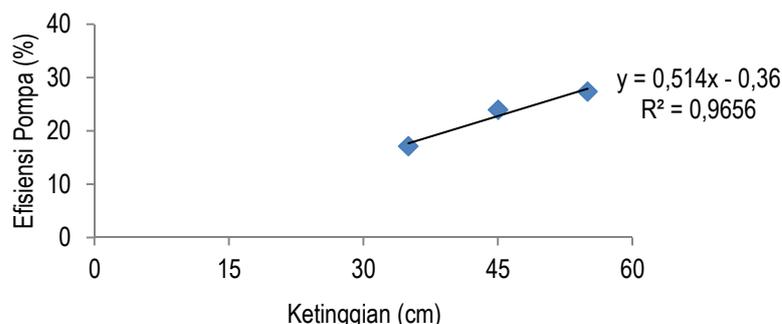
Efisiensi Pompa

Hubungan antara ketinggian sumber air dengan efisiensi pompa seperti terlihat pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat nilai koefisien determinasinya 0,965 dan persamaan regresinya yaitu $y = 0,514x + 0,36$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi sumber air akan semakin besar debit pompa yang dihasilkan pada pompa hidram. Nilai koefisien determinasi 0,965 menunjukkan bahwa 96,5 % kenaikan efisiensi pompa yang dihasilkan dapat dijelaskan karena perubahan ketinggian dari sumber air.

Berdasarkan Gambar 2 didapat hasil efisiensi pompa pada tiap perlakuan yang terbesar ialah pada ketinggian 55 cm sebesar 27,32 % dan yang terkecil ialah pada ketinggian 35 cm sebesar 17,07 %. Semakin rendah *head input*, maka debit air yang dibuang oleh hidram (debit limbah (Q)) semakin besar. Hal ini disebabkan oleh kecepatan saluran *input* yang berpengaruh terhadap kerja katup limbah. Semakin besar debit *input* yang masuk maka katup limbah akan semakin cepat bergerak sehingga air yang terbuang cukup banyak dibandingkan air *output* yang dihasilkan.

Berdasarkan hasil pada Gambar 2 yang harus diperbaiki adalah katup limbah dengan merancang pengaturan berat dan gerakannya untuk meningkatkan efisiensi pompa. Karena fungsi dari katup limbah sendiri ialah untuk mengubah energi kinetik yang mengalir melalui pipa pemasukan menjadi energi tekanan yang

akan menaikkan fluida menuju tabung udara. Hal ini sesuai dengan literatur Perry (1976) yang menyatakan bahwa katup limbah merupakan salah satu komponen terpenting pompa hidram, oleh sebab itu katup limbah harus dirancang dengan baik sehingga berat dan gerakannya dapat disesuaikan.



Gambar 2. Hubungan ketinggian sumber air dengan efisiensi pompa

Koefisien Debit

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan maka diperoleh nilai koefisien debit seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Nilai Koefisien Debit

Ketinggian (cm)	Debit Teori (m ³ /s)	Debit Aktual (m ³ /s)	Koefisien Debit (Cd)
55	1,611	1,140	0,707
45	1,457	1,014	0,695
35	1,285	0,889	0,691

Tabel 1 menunjukkan bahwa semakin besar suatu debit yang diperoleh maka koefisien debitnya akan semakin besar dan bila debit yang diperoleh kecil maka koefisien debitnya kecil pula. Semakin besar gesekan terjadi semakin lambat pergerakan air yang keluar. Karena salah satu gangguan atau hambatan yang sering terjadi pada saluran pipa adalah kehilangan tinggi tekanan air akibat adanya gesekan. Karena keadaan seperti ini dapat menurunkan debit aliran yang disebabkan tinggi tekanan air.

Dari Tabel 1 dapat dilihat nilai koefisien debit tertinggi pada ketinggian air 55 cm sebesar 0,707. Proses ini terjadi semakin tinggi *input* maka akan semakin tinggi juga tekanan alirannya. Sehingga aliran yang dihasilkan di pipa pengeluaran juga akan meningkat, dan koefisien debitnya semakin besar.

KESIMPULAN

1. Dari hasil penelitian didapat hasil debit *output* dengan ketinggian air 55 cm sebesar 0,285 l/s, dengan ketinggian air 45 cm sebesar 0,226 l/s, dan pada ketinggian air 35 cm sebesar 0,148 l/s. Sedangkan pada debit *input* dengan ketinggian air 55 cm sebesar 1,042 l/s, dengan ketinggian air 45 cm sebesar 0,946 l/s, dan pada ketinggian air 35 cm sebesar 0,867 l/s.
2. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa efisiensi pompa hidram dengan ketinggian air 55 cm sebesar 27,35 %, dengan ketinggian air 45 cm sebesar 23,89 %, dan pada ketinggian air 35 cm sebesar 17,07 %.
3. Koefisien debit untuk ketinggian air 55 cm sebesar 0,707, dengan ketinggian air 45 cm sebesar 0,695, dan pada ketinggian air 35 cm sebesar 0,691.

DAFTAR PUSTAKA

- Hansen, V. E., O.W. Israel Hansensen dan G. E. Stringham, 1992. Dasar-Dasar dan Praktek Irigasi. Penerjemah: Endang. Erlangga, Jakarta.
- Harto, S. BR., 1993. Analisis Hidrologi. Gamedia Pustaka Umum, Jakarta.
- Merle, C.P. dan D.C. Wiggert., 2011. Mekanika Fluida. Erlangga, Jakarta. Bruce, R.M. D.F Young. dan T.H Okiishi., 2003. Mekanika Fluida. Erlangga, Jakarta.

Mulyoto, H, Wijato, E. Rachlan, I. W. Badra Dan R. D. Tarmana., 1978. Mesin-Mesin Pertanian. Bumi Aksara, Jakarta.

Perry, O.B., 1976. Pumps. D.B Taraporevala sons & Co Private Limited Book Publisher, Bombay.

Suroso, Dwi Priyantoro & Yordan Krisandy. 2012. Pembuatan dan Karakterisasi Pompa Hidrolik pada Ketinggian Sumber 1,6 meter, STTN-Batan & PT.APB-Batan, Yogyakarta.

Widarto, L, dan Sudarto, FX, 1997. Membuat Pompa hidram. Edisi 8, Kanisius, Yogyakarta.