PENGARUH VOLUME TABUNG UDARA DAN BEBAN KATUB LIMBAH TERHADAP EFISIENSI UNJUK KERJA POMPA HIDRAM

Eko Sulistiawan[1)], Romadhon Tri Wahyudi[2)], Setia Pradana[3)], Naif Fuhaid[4)]

ABSTRAK

Air merupakan salah satu faktor yang sangat penting dan dibutuhkan dalam kehidupan makhluk hidup. Selain untuk pengembangan fiskologis makhluk hidup, air juga menjadi input bagi beragam upaya atau kegiatan makhluk hidup dalam rangka menghasilkan sesuatu untuk kelangsungan hidupnya. Oleh karena itu, air harus tersedia kapanpun dan dimanapun dalam jumlah, waktu, dan mutu yang memadai. Masyarakat yang bertempat tinggal jauh dari jangkauan sumber energi listrik terdapat kendala untuk memindahkan air dari tempat rendah ke tempat yang lebih tinggi. Salah satu cara yang dapat digunakan adalah dengan pompa hidram atau *hydraulic ram* yang energi atau tenaga penggeraknya berasal dari tekanan atau hantaman air yang masuk ke dalam pompa melalui pipa. Pompa hidraulik ram merupakan suatu solusi karena tidak membutuhkan energi listrik atau bahan bakar. Pompa jenis ini dapat bekerja terus menerus 24 jam sehari, harganya murah dan mudah dibuat.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efisiensi unjuk kerja pompa hidrolik ram dengan variasi volume tabung udara dan beban katub limbah. Metode penelitian melalui perancangan instalasi pompa hidram dengan pengamatan pengaruh volume tabung udara (5300 ml, 6900 ml, dan 8100 ml), dan pengamatan pengaruh beban katub limbah (450 kg, 830 kg, dan 1220 kg) terhadap debit pompa hidram.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi tertinggi pompa hidram adalah 40,36 % efisiensi *D'Aubuission* pada berat beban 450 gram dan volume tabung udara 8100 ml. Sedangkan efisiensi terendah pompa hidram adalah 23,00 % pada berat beban katup 1220 gram dan volume tabung udara 5300 ml. Faktor volume tabung udara dan berat beban sangat berpengaruh terhadap debit pemompaan, debit buang, dan efisiensi pompa hidram.

Kata kunci: Pompa *Hydram*, tabung udara, katub buang, dan efisiensi.

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Air merupakan salah satu faktor yang sangat penting dan dibutuhkan dalam kehidupan makhluk hidup. Selain untuk pengembangan fiskologis makhluk hidup, air juga menjadi input bagi beragam upaya atau kegiatan makhluk hidup dalam rangka menghasilkan sesuatu untuk kelangsungan hidupnya. Oleh karena itu, air harus tersedia kapanpun dan dimanapun dalam jumlah, waktu, dan mutu yang memadai. Dengan jumlah air yang tersedia relatif tetap, sementara kebutuhan air semakin meningkat, maka air dari sisi ketersediaan dan permintaannya perlu dikelolah dan diatur sedemikian rupa, sehingga air dapat disimpan jika berlebihan dan selanjutnya dimanfaatkan dan didistribusikan jika diperlukan. Oleh karena itu, perlu dicari dan dikembangkan suatu model teknologi irigasi yang memadai, menggunakan teknologi tepat guna, efisien, dan ekonomis sehingga dalam pengelolaannya tidak tergantung pada tenaga listrik atau bahan bakar lainnya, sebuah teknologi yang membutuhkan biaya operasional yang murah dan tidak membebani petani dalam melakukan kegiatan usaha taninya. Salah satu teknologi irigasi yang mulai dikembangkan adalah pompa ***hydraulic ram*** atau lazim disebut **pompa hidram**. Pompa hidram adalah salah satu alat yang digunakan untuk mengangkat air dari suatu tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi dengan memanfaatkan energy potensial sumber air yang akan dialirkan. Beberapa penelitian tentang berbagai rancangan dan performansi pompa hidram telah dilakukan, namun penelitian tersebut belum mengkaji peningkatan tekanan yang terjadi akibat volume tabung udara dan besar celah katub pada pompa hidram. Padahal pompa hidram bekerja selain berdasarkan mekanisme dari palu air, juga pada volume tabung udara dan beban katub limbah. Oleh sebab itu, maka perlu dilakukan kajian mengenai volume tabung udara dan beban katub limbah untuk mengetahui unjuk kerja pompa hidram.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini mempunyai tujuan antara lain :

1. Mengetahui pengaruh volume tabung udara dan beban katub limbah terhadap unjuk kerja pompa hidram.
2. Mengetahui pengaruh volume tabung udara terhadap peningkatan volume air yang dihasilkan pompa hidram.
3. Mengetahui pengaruh beban katub limbah terhadap peningkatan volume air yang dihasilkan pada pompa hidram.

II Tinjauan Pustaka

1. Definisi Pompa Hidram

Pompa *Hydraulic ram* (hydram) digunakan untuk memindahkan fluida dari tempat tinggi ke tempat yang lebih tinggi. Mekanisme kerja pompa hydram adalah melipat-gandakan kekuatan pukulan air pada tabung udara, dimana terjadi perubahan energi kinetik air menjadi tekanan dinamik yang menimbulkan *water hammer*. Tekanan dinamik akan diteruskan ke dalam tabung udara yang berfungsi sebagai penguat. Akan tetapi kerja pompa ini tidak dapat memompa semua air yang masuk. Jadi sebagian air terpompa dan sebagian dibuang melalui katup limbah.

1), 2), 3) Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Widyagama Malang
4) Staf Dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Widyagama Malang

2. Cara Kerja Pompa Hidram

Cara kerja pompa hydram adalah dimulai dari air yang turun dari *reservoir* melalui pipa dengan kecepatan tertentu masuk ke rumah pompa. Karena katup limbah yang berada dalam pompa awalnya terbuka, maka gerakan air dari *reservoir* tadi akan terpancing untukmelalui katup limbah. Dengan air dari *reservoir*yang mengalir terus menerus, maka tekanan dalam rumah pompa akan meningkat, sehingga katup limbah akan tertutup. Hal ini akan menyebabkan katup hantar terbuka akibat dari tekanan air di rumah pompa sehingga air akan naik melalui pipa hantar. Selanjutnya, air yang bertekanan ini akan menekan udara dalam tabung udara. Karena udara bersifat *compressible* maka volume udara akan mengecil akibat tekanan air. Pada saat aliran dari rumah pompa sudah mengecil maka udara akan menekan air ke pipa *discharge* dan juga akan menekan katup hantar sehingga tertutup. Karena berat katup limbah, maka katup limbah akan terbuka sehingga air mengalir melalui katup limbah. Pompa hydram tidak menggunakan sumber energi dari luar untuk bekerja, tetapi pompa ini menggunakan pukulan atau hantaman air itu sendiri sebagai tenaga penggeraknya. Karena itu, masuknya air ke dalam ruang pompa harus secara kontinyu.

Dalam menentukan efisiensi pompa hydram digunakan rumus *D'Aubuisson* :

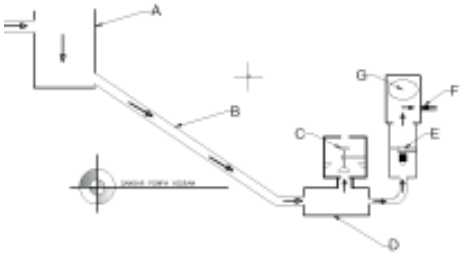
$$\text{çD} = \frac{Qd\ Hd}{(Qd + Qb)\ Hs} \cdot 100\%$$

Keterangan:

çD = efisiensi *D'Aubuisson* dari pompa (%)
Qd = kapasitas pompa yang dihasilkan tiap siklus (m3/detik)
Qb= kapasitas yang terbuang tiap siklus(m3/detik)
Hd= *head* hantar (m)
Hs = *head* suplai (m)

3. Perancangan Instalasi Pompa untuk Percobaan

Gambar sistem instalasi pompa hydram untuk percobaan ini dapat dilihat di gambar 2.



Gambar 1. Instalasi Pompa Hydram Untuk Percobaan

Keterangan gambar :

A. *Water Source Tank*
B. Pipa Masuk (*Drive Pipe)*
C. Katup Buang (Waste Valve)
D. Badan Hidram
E. Katub Penghantar
F. Pipa Penghantar (*Delivery Pipe*)
G. Tabung udara

III. METODE PELAKSANAAN

Penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan volume tabung udara dan beban katup limbah pada pengoperasian pompa hydram, kemudian mengambil data ketinggian bak *discharge* (hd) dan data ketinggian bak limbah (hb). Data ini akan dipakai untuk menghitung kapasitas pompa yang dihasilkan tiap siklus, Qd (m3/detik), dan kapasitas pompa yang terbuang tiap siklus, Qb (m3/detik), sehingga dapat dihitung efisiensi pompa, çD (%).

1. Prosedur percobaan

Percobaan :

- Membuka *gate valve discharge & suction* supaya air masuk pada pompa hydram
- Menunggu sampai air yang keluar dari pipa *discharge* steady
- Mengambil data ketinggian (hd) pada bak *discharge* dan ketinggian pada bak limbah (hb) sebanyak 5 kali untuk tiap selang waktu 1 menit.
- Memberi beban tambahan pada katub limbah sesuai yang diperlukan
- Menutup *gate valve discharge & suction*
- Mengganti tabung udara untuk variasi volume.
- Mengulangi kembali prosedur diatas sampai semua data percobaan diperoleh.

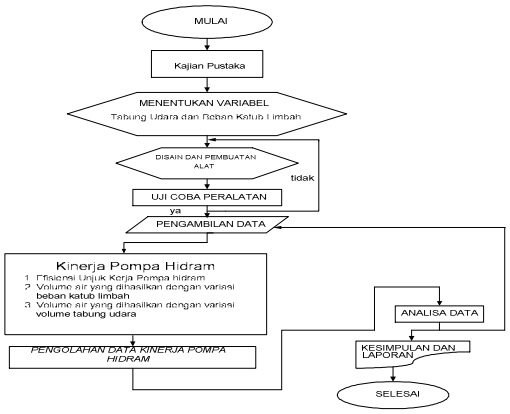
2. Pengolahan data

Data yang dihasilkan akan di plotkan kedalam grafik dan selanjutnya dianalisis dan dibahas berdasarkan grafik tersebut. Dilanjutkan dengan menghitung nilai effisiensi D'Abussion.

Angka efisiensi pada pompa hydram memang relatif rendah mengingat bahwa tidak semua air yang diumpankan dapat disalurkan ke tempat yang dikehendaki karena adanya air yang harus dialihkan/ dibuang.

3. Diagram Alir Penelitian

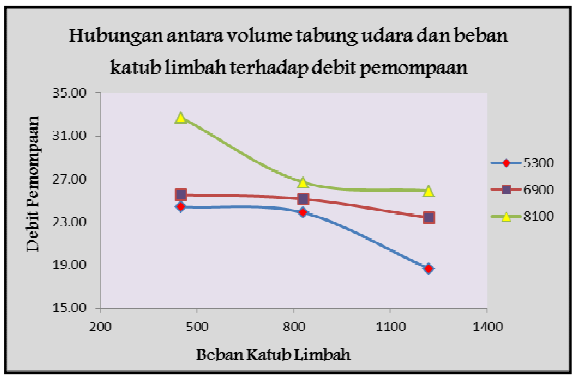
Adapun Diagram alir Pompa Hidram sebagai berikut :



Gambar 2. Diagram Alir Pompa Hidram

HASIL DAN PEMBAHASAN

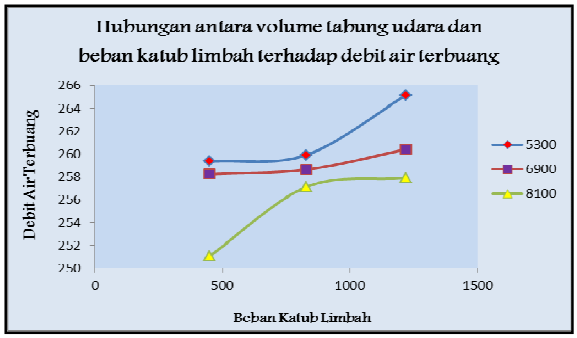
Hubungan antara volume tabung udara dan beban katub limbah terhadap debit pemompaan.



Gambar 3. Grafik hubungan antara volume tabung udara dan beban katub limbah terhadap debit pemompaan

Grafik pada gambar 3 diatas menunjukkan bahwa debit pemompaan di pengaruhi oleh volume tabung udara dan beban katub buang. Dimana semakin besar volume tabung udara dan berat beban katub buang semakin kecil maka debit pemompaan yang dihasilkan akan semakin besar. Hasil penelitian menunjukkan debit pemompaan maksimum pompa hidram diperoleh sebesar 34,72 L/menit pada volume tabung udara 8100 ml dan berat beban katup buang 450 gram.

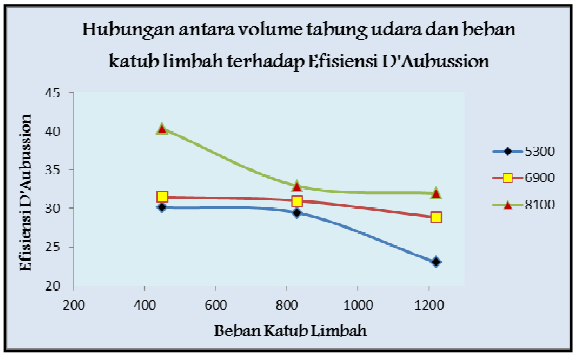
Hubungan antara volume tabung udara dan beban katub limbah terhadap debit air terbuang.



Gambar 4. Grafik hubungan antara volume tabung udara dan beban katub limbah terhadap debit air terbuang

Grafik pada gambar 4 diatas menunjukkan bahwa debit air terbuang di pengaruhi oleh volume tabung udara dan beban katub buang. Dimana semakin besar volume tabung udara dan berat beban katub buang semakin kecil maka debit air terbuang yang dihasilkan akan semakin kecil. Hasil penelitian menunjukkan debit air terbuang minimum pompa hidram diperoleh sebesar 251,08 L/menit pada volume tabung udara 8100 ml dan berat beban katup buang 450 gram.

Hubungan antara volume tabung udara dan beban katub limbah terhadap Efisiensi *D'Aubussion*



Gambar 5. Grafik hubungan antara volume tabung udara dan beban katub limbah terhadap Efisiensi *D'Aubussion*

Grafik pada gambar 5 menunjukkan bahwa efisiensi pompa hidram dipengaruhi oleh volume tabung udara dan berat beban katup buang yaitu efisiensi semakin kecil jika volume tabung udara dan berat beban katup limbah ditambah. Hubungan ini merupakan hubungan secara tidak langsung, karena dari persamaan efisiensi D'Aubuission besaran yang digunakan adalah debit air terbuang, debit air pemompaan, head efektif masukkan dan head efektif pemompaan. Walaupun debit air terbuang dan debit air pemompaan sangat dipengaruhi oleh volume tabung udara dan berat beban katup limbah, yang telah ditunjukkan oleh grafik pada gambar 5.

Efisiensi D'aubuission minimum diperoleh sebesar 23,00% terjadi pada volume tabung udara 5300 ml dan beban katub limbah 1220 gram, sedangkan efisiensi optimum dari hasil eksperimen adalah 40,36% efisiensi D'Aubuission pada volume tabung udara 8100 ml dan beban katup limbah 450 gram.

KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan diatas dapat kita simpulkan bahwa volume tabung udara dan beban katub limbah sangat berpengaruh terhadap debit pemompaan, debit air terbuang dan efisiensi pompa hidram. Sehingga diketahui efisiensi unjuk kerja pompa hidram yang terbaik adalah pada volume tabung udara 8100 ml dan beban katub buang 450 gram yaitu sebesar 40,36%.

Daftar Pustaka

Diamer, P. dan M. Chi, 2002, *Hydroulic Ram Handbook*, Zhejiang University of Technology, China.

Jennings, G.D., 1996, *Hidroulic Ram Pump*, North Carolina Cooperative Extension Service, North Carolina.

Kahangire, P., 1990, *The Hidroulic Ram Pump Project*, Water Development Departement, Uganda, Canada.

Rajput, R, K., 2002, *A Textbook of Fluid Mechaniics and Hydroulic Machines*, S. Version, S. Chad and Company Ltd, New Delhi

Sularso, dan Haruo Tahara, 1987, *Pompa & Kompresor Pemilihan, Pemakaian, dan Pemeliharaan*, Penerbit Pradnya Pranita, Jakarta.

San, G.S., 2003, *Studi karakteristik Volume Tabung Udara dan Beban Katub Limbah Terhadap Efisiensi Pompa Hidroulic Ram*, [Online, diakses : tanggal 15-6-2006], URL:http://www.allspeeds.co.uk

Taye, T., 1998, *Hydroulic Ram Pump*, Journal of the ESME, Vol.II, Addis Ababa, Ethiopia.

Tessema, A.A., 2000, *hydraulic Ram Pump Sys tem Design and Aplication.*[Online, diakses : tanggal 5-6-2006], URL : http: // home.att.net~africantech/ESME/hydram2/Hydram2

Toirisima., 1968, *Torishima Pump Handbook*, Penerbit Torishima Pump, MFG. Co. Ltd.

Young, B., 1996, *Design of Homologus Ram Pump, Journal of Fluids Engineering*, Vol. 119, *Papua New Guinea University of Technology*, Papua New Guinea.