

Pengaruh Diameter Tabung Udara dan Jarak Lubang Pipa Tekan dengan Katup Pengantar terhadap Efisiensi Pompa Hidram

¹⁾Charles Silla, ²⁾Muhamad Jafri, ³⁾Ishak S. Limbong,
^{1,2,3)}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana
Jl. Adisucipto, Penfui-Kupang NTT
Email : charleszilla@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh diameter tabung udara dan jarak lubang pipa tekan dengan katup pengantar terhadap efisiensi pompa. Pompa hidram yang digunakan adalah sebagai berikut, badan pompa berukuran 2 inci, diameter pipa masuk 2 inci, diameter pipa keluar 1 inci. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa Penggunaan variasi diameter tabung udara dan jarak lubang pipa tekan sangat mempengaruhi efisiensi dari pompa hidram. Dilihat dari penggunaan variasi diameter tabung udara akan mempengaruhi tekanan dalam tabung udara akibatnya tekanan pada bagian atas katup pengantar menjadi meningkat dan menurun, sehingga berdampak pada proses buka tutup katup pengantar dan mempengaruhi jumlah air yang masuk kedalam tabung untuk dipompa. Sedangkan pada penggunaan jarak lubang pipa tekan yang semakin menjauhi katup pengantar akan mempengaruhi volume air dan volume udara dalam tabung udara berakibatkan pada ruang tekanan dan tekanan yang terjadi akan meningkat, karena tabung udara akan menerima efek hantaman air pada badan pompa yang akan mempengaruhi efisiensi pompa hidram. Terlihat bahwa pada penggunaan tabung udara dan jarak lubang pipa tekan memiliki masing-masing nilai efisiensi tertinggi dan terendah pada setiap kondisi, namun secara keseluruhan efisiensi tertinggi terjadi pada diameter tabung udara 2 inci dengan jarak lubang pipa tekan 22,5 cm sebesar 35,30% sedangkan efisiensi terendah 19,57% pada penggunaan tabung udara 2,5 inci pada jarak lubang pipa 25 cm.

Kata kunci: pompa hidram, tabung udara, jarak lubang pipa tekan, efisiensi

ABSTRACT

This study was conducted to determine the effect of the diameter of the air tube and pipe tap hole spacing with a suction valve to the pump efficiency. Hydrum pump used is as follows, pump body measuring 2 inches, inlet pipe diameter 2 inches, outlet pipe diameter 1 inch. The method used in this study is the experimental method. The results of the study showed that the use of variations in the diameter of the air tube and pipe tap hole spacing greatly affect the efficiency of the hydrum pump. Viewed from the use of the air tube diameter variations will affect the pressure in the air tube as a result of pressure on the top of the suction valve into increased and decreased, so the impact on the process of suction valve and the opening and closing of the valve affects the amount of water to be pumped into the tube. While the use of the pipe tap hole spacing which is further away from the suction valve will affect the volume of water and the volume of air in the air tube means there is pressure on space and pressure that occur will increase, because the air tube will receive water hammer effect on the pump body which would affect the efficiency of the hydrum pump. It is seen that the use of the air tube and pipe tap hole spacing have respectively the highest efficiency and lowest values in each state, but the higher overall efficiency occur on 2 inch diameter air tube with a pipe tap hole spacing of 22.5 cm by 35.30 % 19.57 % while the lowest efficiency in the use of 2.5 inch air tube at a distance of 25 cm pipe hole.

Keywords: hydrum pump, air tube, pipe tap hole spacing, efficiency

PENDAHULUAN

Air merupakan materi yang penting dalam kehidupan manusia, hewan maupun tumbuh-tumbuhan. Kebutuhan air seringkali menimbulkan permasalahan baru bagi manusia.

Pemenuhan air bersih untuk daerah-daerah yang berdekatan dengan sumber mata air dengan elevasi yang lebih rendah dari sumber mata air akan lebih mudah, karena dapat dialirkan menggunakan cara gravitasi.

Kondisi di lapangan didapati bahwa tidak

selamanya sumber air berada di atas lokasi pemukiman. Faktanya, terdapat daerah-daerah yang letaknya lebih tinggi dari sumber air sehingga mengalami kesulitan dalam pasokan air secara kontinyu. Hal ini makin bertambah sulit apabila daerah tersebut belum tersentuh oleh jaringan air bersih yang dikelola oleh PDAM.

Salah satu upaya untuk mengatasi kesulitan air, terutama di daerah yang elevasinya lebih tinggi dari sumber air, adalah dengan menggunakan pompa. Pada saat ini ada bermacam-macam jenis pompa yang digunakan. Jenis pompa yang banyak digunakan pada saat ini adalah pompa dengan menggunakan tenaga motor listrik ataupun tenaga *diesel*. Pompa dengan menggunakan tenaga motor listrik ataupun *diesel* membutuhkan bahan bakar minyak sehingga membutuhkan biaya tambahan dalam pengoperasiannya. Sedangkan pada saat ini, penggunaan bahan bakar minyak mulai dibatasi dengan alasan semakin menipisnya sumber energi mineral dan isu lingkungan hidup. Untuk mengatasi permasalahan ini timbul pemikiran untuk membuat teknologi tepat guna dalam teknologi pompa yang tidak menggunakan tenaga motor listrik maupun *diesel*, sehingga tidak memerlukan BBM (bahan bakar minyak).

Pompa hidram adalah pompa yang energi atau penggerakannya berasal dari hantaman air yang masuk ke dalam pompa melalui pipa (Widarto & Sudarto, 1997). Masuknya air ke dalam pompa harus berlangsung secara kontinyu, karena pompa ini tidak menggunakan BBM atau tanpa motor listrik. Pompa ini disebut juga "Pompa Air Tanpa Motor" (*Motorless Waterpump*). Pompa hidram bekerja dengan sistim pemanfaatan tekanan dinamik atau gaya air yang timbul karena adanya aliran air dari sumber air ke pompa, gaya tersebut dipergunakan untuk menggerakkan katup yang bekerja dengan frekwensi tinggi, sehingga diperoleh gaya untuk mendorong air ke atas (Hanafie & Hans, 1979). Teknologi pompa hidram sangat cocok diterapkan pada kawasan atau wilayah yang memiliki ketinggian area perumahan atau pertaniannya di atas permukaan sumber air yang tersedia.

Melihat dari kajian yang sudah ada,

banyak faktor yang mempengaruhi efisiensi pompa hidram, akan tetapi penelitian-penelitian tersebut belum membahas mengenai peningkatan tekanan pada pompa hidram akibat adanya proses *water hammer* yang terjadi dalam tabung udara. Tabung udara juga berfungsi untuk meningkatkan tekanan untuk mendorong air keluar melewati lubang pipa tekan, namun dalam pengoperasian di lapangan dapat dijumpai air tidak sampai pada tempat tujuan dan jumlah air pun sedikit akibat ukuran tabung udara yang tidak sesuai sehingga pompa bekerja lebih keras lagi. Karena itu, diperlukan juga penelitian tentang pengaruh penggunaan diameter tabung udara dan jarak pipa tekan terhadap katup penghantar dalam konstruksi pompa hidram yang secara teoritis dimaksudkan untuk mendapatkan aliran yang kontinyu dan untuk mengurangi konsumsi daya.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa pengaruh diameter tabung udara dan jarak lubang pipa tekan dengan katup pengantar terhadap efisiensi pompa hidram.

TEORI DASAR

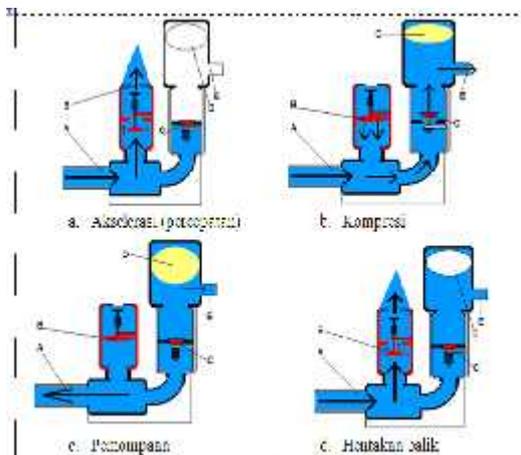
Pompa Hidram

Pompa Hidram, berasal dari kata *Hydraulic Ram Pump*, yang berarti pompa air dengan tenaga hantaman air. Di Indonesia pompa ini sebenarnya sudah ada sejak jaman penjajahan Belanda, namun kurangnya perawatan dan edukasi membuat pompa ini tidak lestari. Ditambah lagi, jaman dahulu sur ' air masih sangat banyak, sungai masih lancar mengalir dengan debit besar, tanahnya masih subur dengan humus, hutan masih lebat belum gundul, tanahnya belum erosi hingga mendangkalkan sungai. Tetapi keadaan sekarang adalah kebalikan semua itu, membuat pompa hidram tampil lagi sebagai solusi. Pompa hidram atau singkatan dari *hidraulik ram* berasal dari kata hidro adalah air (cairan), ram adalah hantaman, pukulan atau tekanan, sehingga terjemahan bebasnya menjadi hantaman air atau tekanan air. Jadi, pompa hidram adalah pompa yang energi atau penggerakannya berasal dari hantaman air yang

masuk ke dalam pompa melalui pipa (Widarto & Sudarto, 1997). Masuknya air ke dalam pompa harus berlangsung secara kontinyu, karena pompa ini tidak menggunakan motor bakar atau tanpa motor listrik. Pompa ini disebut juga “Pompa Air Tanpa Motor” (*Motorless Waterpump*). Pompa hidram bekerja dengan sistem pemanfaatan tekanan dinamik atau gaya air yang timbul karena adanya aliran air dari sumber air ke pompa, gaya tersebut dipergunakan untuk menggerakkan katup yang bekerja dengan frekwensi tinggi, sehingga diperoleh gaya untuk mendorong air ke atas (Hanafie & Hans, 1979). Teknologi pompa hidram sangat cocok diterapkan pada kawasan atau wilayah yang memiliki ketinggian area perumahan atau pertaniannya di atas permukaan sumber air yang tersedia.

Prinsip Kerja Pompa Hidram

Pompa hidram merupakan pompa yang bekerja secara otomatis dan mempunyai empat siklus pemompaan berdasarkan posisi katup limbah pada waktu rata-rata saat terjadi variasi kecepatan aliran air pada pipa pemasukan yaitu akselerasi (percepatan), kompresi, pemompaan, dan hantakan balik.

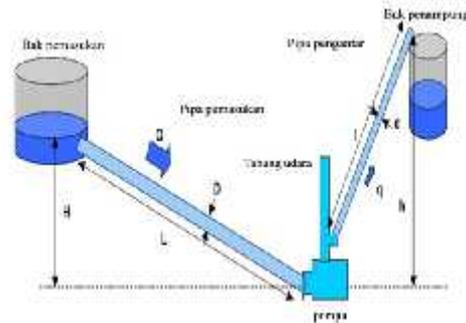


Gambar 1. Mekanisme kerja pompa hidram (Shuaibu N. Muhammad, 2007)

Instalasi Pompa Hidram

Sistem instalasi pada pemasangan pompa hidram terdiri atas beberapa bagian penting

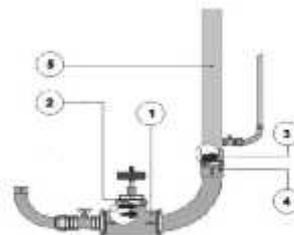
antara lain:



Gambar 2. Instalasi Pompa Hidram

Komponen Pompa hidram

Komponen-komponen dari pompa hidram dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3. Bagian utama pompa hidram, Sumber: Hanafie & Longh, 1979)

Efisiensi Pompa Hidram

Efisiensi sebuah instalasi sebuah pompa hidram ditentukan oleh berbagai faktor, selain dimensi dan bahan yang digunakan untuk membuat pompa, juga tergantung dari karakteristik instalasi pompa hidram yang berbeda pada masing-masing lokasi pemasangan.

Untuk mengetahui efisiensi pompa hidram, dalam penelitian ini digunakan dua persamaan efisiensi yaitu efisiensi *D'Aubuisson* dan efisiensi *Rankine*.

Efisiensi D'Aubuisson

Efisiensi *D'Aubuisson* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Michael and Kheepar, 1997):

$$\eta_D = \frac{Q_p \times h_d}{Q_p + Q_w \times h_s} \times 100 \% \quad 1)$$

dimana :

- η_D = Efisiensi pompa hidram (%)
- Q_p = Debit air hasil pemompaan (m^3/s)
- Q_w = Debit air yang terbuang melalui katup limbah (m^3/s)
- s = Head efektif masukan (m)
- d = Head efektif pemompaan (m)

Efisiensi Rankine

Efisiensi menurut *Rankine* merupakan perbandingan antara selisih tinggi tekan isap dan sisi buang dikali kapasitas pengisapan, dengan tinggi tekan isap dikalikan kapasitas air yang dipindahkan (Michael & Kheepar, 1997):

$$\eta_R = \frac{Q_p h_d - h_s}{Q_w h_s} \times 100 \% \quad 2)$$

dimana :

- η_R = Efisiensi pompa hidram (%)
- Q_p = Debit air yang diangkat hidram (m^3/s)
- Q_w = Debit air yang keluar dari katup pembuang (m^3/s)
- s = Tinggi jatuh air (m)
- d = Tinggi angkat pemompaan (m)

METODE

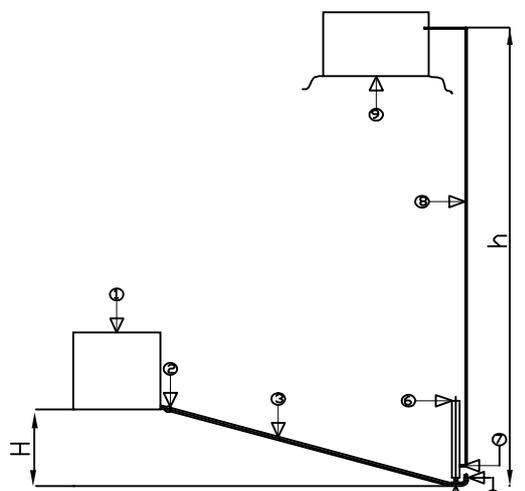
Metode Penelitian

Variabel

Variabel-variabel yang akan diteliti dalam penelitian ini dibedakan menjadi variabel bebas (*independent variable*) dan variabel terikat (*dependent variable*). Variabel bebas yaitu tinggi tabung dengan sampel 1,20m pada diameter berukuran 2 inchi, 2.5 inchi, 3 inchi, 4 inchi dan jarak antara katup pengantar dengan lubang pipa pengantar dengan sampel 0,15 m, 0,175 m, 0,20m, 0,225m, serta 0,25m. Sedangkan variabel terikat adalah debit yang dihasilkan dan efisiensi pompa.

Eksperimen

Tahapan ini diawali dengan menyetel peralatan atau instalasi pengujian seperti pada gambar berikut;



Gambar 4. instalasi pompa hidram untuk pengujian

Keterangan :

1. Bak Pengantar
2. Kran Pemasukan
3. Pipa Pemasukan
4. Badan Pompa
5. Katup Limbah
6. Tabung Udara
7. Kran Pengantar
8. Pipa Pengantar
9. Bak Penampung

Pengambilan data

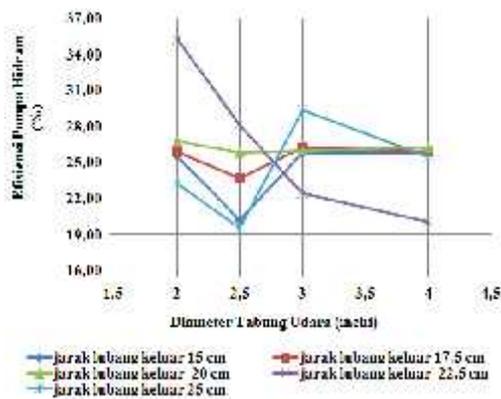
Pengambilan data dilakukan dengan urutan sebagai berikut pertama untuk jarak antara katup limbah dengan lubang pipa tekan 0,10 m pada tabung dengan tinggi 1,20 m pada diameter berukuran 2inchi, 2.5inchi, 3inchi, 4inchi, untuk pengambilan data pertama. Selanjutnya untuk jarak antara katup limbah dengan lubang pipa tekan 0,125 m, dengan ukuran tabung yang sama untuk data kedua. Begitupun selanjutnya jarak antara katup limbah dengan lubang pipa tekan 0,15 m, 0,175 m, serta 0,20 m. Sedangkan data yang diambil dari eksperimen adalah debit pemompaan (Q_p), merupakan debit yang keluar dari pipa pengantar, debit air terbuang (Q_w), merupakan debit yang keluar dari katup limbah, Tekanan pada tabung udara.

Teknik Analisa Data

Data-data hasil eksperimen yang telah diolah kemudian dianalisa menggunakan rumus-rumus yang ada dengan model matematik untuk mengetahui hubungan dan pengaruh dari variasi tabung udara dan jarak antara katup ditribusi dengan lubang pipa tekan terhadap efisiensi pompa hidram.

PEMBAHASAN

Hasil pengujian perubahan diameter tabung udara dan jarak lubang pipa tekan dengan katup pengantar terhadap efisiensi pompa hidram, disajikan dalam bentuk grafik di bawah ini. Dari hasil perhitungan efisiensi pompa hidram dengan variasi diameter tabung udara dan jarak lubang pipa tekan dapat di sajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut:



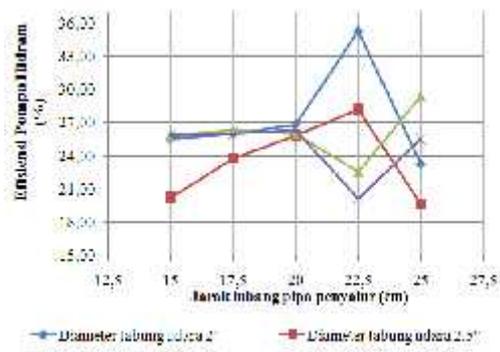
Gambar 5. Pengaruh Diameter Tabung Udara Terhadap Efisiensi Pompa Hidram

Dari grafik hubungan antara variasi diameter tabung udara terhadap efisiensi pompa hidram. Terlihat pada jarak lubang pipa tekan 22,5 cm dengan diameter tabung semakin besar maka efisiensi pompa hidram semakin menurun. Hal ini dipengaruhi karena tekanan air yang digunakan untuk membuka katup pengantar saat kompresi tidak terlalu lama sehingga tekanan yang diberikan udara untuk memompakan air tidak cukup. karena aliran dari hasil hantaman air terjadi akumulasi di dalam tabung udara sebelum keluar menuju pipa keluar. Ini yang meyebabkan tekanan dalam tabung menurun sehingga katup lama

tertutup.

Berbeda hal dengan jarak lubang pipa tekan 15 cm, 17,5 cm, 20 cm dan 25 cm. dimana pada tabung udara 2,5 inci efisiensi pompa hidram menurun sedangkan pada tabung 2 inci, 3 inci dan 4 inci efisiensinya naik. Hal ini terjadi karena pada tabung udara 2 inci dengan volume tabung yang kecil mengakibatkan terjadinya proses buka tutup katup yang cepat sehingga terjadinya tekanan dalam tabung yang tinggi dan debit air yang masuk juga tinggi sehingga efisiensi pompa hidram naik, berbeda hal dengan tabung 3 inci dan 4 inci efisiensinya naik disebabkan karena air yang diakumuliskan oleh efek hantaman air terjadi akumulasi terlebih dahulu yang mengakibatkan air limbah berkurang dengan berkurangnya air limbah maka volume air dalam tabung udara bertambah besar sehingga tekanan dalam tabung akan semakin tinggi, bertambahnya tekanan dalam akibatnya katub tertutup dan air akan diteruskan ke lubang pipa tekan, fenomena inilah yang menyebabkan efisiensi naik.

Untuk diameter tabung udara 2,5 inci efisiensinya berkurang disebabkan karena setelah menerima efek hantaman pada badan pompa maka air bertekanan dalam tabung menjadi tinggi yang meyebabkan katup tertutup dengan cepat. Sehingga air yang masuk dalam tabung udara sedikit, karena tekanan air lebih kecil dari tekanan udara dalam tabung, sehingga air cenderung lebih banyak keluar melalui katup limbah. Hal inilah yang mengakibatkan efisiensi menjadi berkurang.



Gambar 6. Pengaruh Jarak Lubang Pipa tekan Terhadap Efisiensi Pompa Hidram

Dari grafik hubungan antara jarak lubang pipa tekan terhadap efisiensi pompa hidram. Terlihat bahwa pada penggunaan tabung udara 2 inchi, 2,5 inchi, 3 inchi dan 4 inchi mengalami peningkatan efisiensi dimana semakin jauh jarak lubang pipa tekan terhadap katup pengantar maka volume air yang terperangkap dalam tabung udara yang melewati katup pengantar semakin banyak sehingga udara semakin ditekan yang mengakibatkan tekanan menjadi naik maka air yang dipompakan semakin banyak, akibatnya efisiensi pompa hidram semakin naik pada jarak lubang pipa tekan 15 cm, 17,5 cm, dan 20 cm.

Melihat pada perubahan jarak lubang pipa tekan 22,5 cm pada tabung udara 2 inchi, 2,5 inchi masih mengalami peningkatan efisiensi yang sangat jelas terlihat, akan tetapi jika melewati titik maksimumnya hal yang terjadi adalah sebaliknya (terjadi penurunan efisiensi). Dapat dilihat pada jarak lubang pipa tekan 25 cm dengan tabung udara 2 inchi dan 2,5 inchi efisiensinya menurun. Hal ini disebabkan karena perubahan volume ruang tekanan yang terjadi dalam tabung udara menjadi sempit karena adanya perbedaan jumlah volume air semakin banyak tetapi volume udara yang dikompresikan tetap maka tekanan menjadi meningkat secara tiba-tiba dan berat air juga bertambah. akibatnya katup pengantar lebih sulit untuk terbuka atau bukaan katup pengantar semakin sedikit, akhirnya air akan lebih banyak terbuang melewati katup limbah. Inilah yang menyebabkan mengapa efisiensi menjadi turun, hal ini juga berlaku pada penggunaan jarak lubang pipa tekan 22,5 cm pada tabung udara 3 inchi dan 4 inchi sehingga terjadi penurunan efisiensi. Akan tetapi pada jarak 25 cm pada tabung udara 3 inchi dan 4 inchi kembali terjadi peningkatan efisiensi namun untuk tabung 4 inchi tidak melebihi efisiensi sebelumnya pada jarak 20 cm sebesar 26,30% dikarenakan batas maksimal dari tabung udara 4 inchi berada pada 20 cm. sedangkan pada tabung udara 3 inchi terjadi peningkatan efisiensi yang melebihi 15 cm, 17,5 cm, 20 cm sebesar 29,42%

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan pengamatan yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa :

- Penggunaan variasi tabung udara dan jarak lubang pipa tekan sangat mempengaruhi efisiensi dari pompa hidram dimana :
- Pada penggunaan variasi diameter tabung udara akan mempengaruhi tekanan dalam tabung udara akibatnya tekanan pada bagian atas katup pengantar menjadi meningkat dan menurun, sehingga berdampak pada proses buka tutup katup pengantar dan kemudian mempengaruhi jumlah air yang masuk kedalam tabung untuk dipompa.
- Pada penggunaan jarak lubang pipa tekan yang semakin menjauhi katup pengantar akan mempengaruhi jumlah volume air dan volume udara dalam tabung udara berakibatkan pada ruang tekanan dan tekanan yang terjadi akan meningkat, karena tabung udara akan menerima efek hantaman air pada badan pompa yang akan mempengaruhi efisiensi pompa hidram.
- Terlihat bahwa pada penggunaan tabung udara dan jarak lubang pipa tekan memiliki masing-masing nilai efisiensi tertinggi dan terendah pada setiap kondisi, namun secara keseluruhan efisiensi tertinggi terjadi pada diameter tabung udara 2 inchi dengan jarak lubang pipa tekan 22,5 cm sebesar 35,30% sedangkan efisiensi terendah 19,57% pada penggunaan tabung udara 2,5 inchi pada jarak lubang pipa 25 cm.

Saran

Dari hasil analisa data dan pengamatan, penulis mengajukan beberapa saran berkenaan dengan pemasangan pompa hidram antara lain:

- Dalam pembuatan tabung udara sebaiknya dibuat sebaik mungkin agar tidak terjadi kebocoran pada saat tabung meningkatkan tekan air yang diteruskan oleh hantaman air yang terjadi dalam badan pompa.
- Penggunaan katup pengantar sebaiknya dibuat sebaik mungkin atau dibeli ditoko, agar tidak mengalami kebocoran karena akan

- mengurangi tekana dalam tabung.
- Penelitian selanjutnya disarankan meneliti lebih lanjut lagi pada bagian pompa hidram untuk meningkatkan efisiensi dengan perubahan variabel – variabel yang lain.
 - Perlu adanya kesinambungan penelitian pompa hidram ini, agar teknologi hidram tidak berhenti, dan untuk membantu menyebarkan teknologi hidram ke daerah-daerah yang memungkinkan menjadi tempat instalasi hidram.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. M. Michael and S. D. Kheper, 1997. *Water Well Pump Engineering*, McGraw Hill Publishing Compact Limited, New Delhi.
- [2] Cahyanta, Y.A, dan Taufik, I., 2008. Studi Terhadap Prestasi Pompa Hidraulik Ram Dengan Variasi Beban Katup Limbah. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CAKRAM* Vol. 2 No. 2 (92 –96).
- [3] Gan, S.S, dan Santoso, G.,2002. Studi Karakteristik Tabung Udara dan Beban Katup Limbah Terhadap Efisiensi Pompa Hydraulic Ram.*Jurnal Teknik Mesin*Vol.4 No.2 (81 – 87).
- [4] Hanafie, J.,deLongh, H., 1979. *Teknologi Pompa Hidraolik Ram Buku Petunjuk Untuk Pembuatan dan Pemasangan*. PTP-ITB Ganesha, Bandung.
- [5] Made, S, dan Irawan, I.K.G., 2008. Kajian Eksperimental Pengaruh Tabung Udara Pada Head Tekanan Pompa Hidram. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CAKRAM* Vol.2 No.1 (10 – 14).
- [6] Munson, B.R., Young, D.F, and Okiishi, T.H., 2005. *Mekanika Fluida*. Erlangga, Jakarta.
- [7] Mohammed, S.N., 2007. *Design and Construction of A Hydraulic Ram Pump*, Department of Mechanical Engineering, Federal University of Technology, Minna, Nigeria.
- [8] Sularso,. Tahara, H., 2004. *Pompa Dan Kompresor Pemilihan, Pemakaian dan Pemeliharaan*. Pradya Paramita, Jakarta.
- [9] Tessema, A.A., 2000. *Hydraulic Ram Pump System Design and Application*. ESME 5th Annual Conference on Manufacturing and Process Industry.
- [10] White, M.F., 1988. *Mekanika Fluida*. Erlangga, jakarta
- [11] Widarto dan Sunarto, 1997. *Membuat Pompa Hidram*, Kanisius, Jakarta.