

Karakteristik Tabung Udara Pada Pompa Hidram

Muhamad Jafri¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana
Jl. Adi Sucipto, Penfui-Kupang, NTT 85001, Tlp: (0380)881597
E-mail: muhamad_jafri@staf.undana.ac.id

ABSTRAK

Tujuan makalah ini adalah untuk menunjukkan karakteristik tabung udara dari sebuah pompa hidram. Metode yang digunakan membuat makalah ini adalah dengan mengumpulkan beberapa artikel hasil penelitian yang telah dipublikasikan tentang pengaruh penggunaan tabung udara pada pompa hidram. Data-data yang diperoleh dianalisis untuk mendapatkan karakteristik tabung udara pada pompa hidram. Hasil analisis menunjukkan bahwa penggunaan tabung udara berpengaruh baik yaitu meningkatkan kinerja pompa hidram. Semakin besar volume tabung udara akan menghasilkan debit air keluar serta efisiensi pompa semakin tinggi.

ABSTRACT

The purpose of this paper is to provide the fact that the air tube of a hydram pump. The method used in making this paper is to collect several published research articles on the effect of using an air tube on a hydram pump. The data obtained were analyzed to get air tube water on the hydram pump. The results of the analysis show that the use of an air tube has a good effect on improving the performance of the hydram pump. The greater the volume of the air tube, the higher the discharge air and the higher the pump efficiency.

Keywords: Air tube characteristics; Air tube size, Hydram pump

PENDAHULUAN

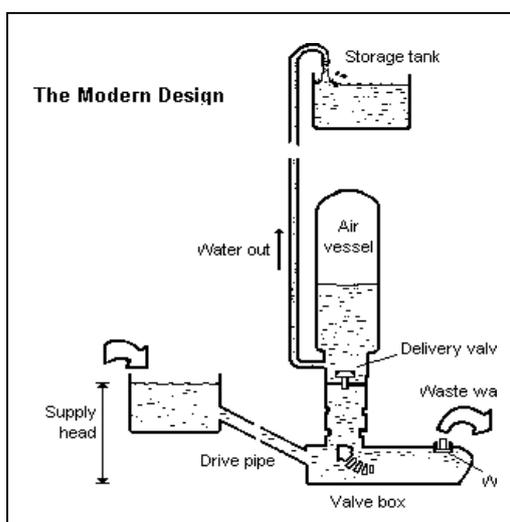
Manusia membutuhkan air bersih untuk keperluan industri, pertanian, rumah tangga dan tujuan ekologis [1]. Masalah ketersediaan air bersih tidak hanya pada sumber yang kurang akan tetapi juga bagaimana mendekati sumber air yang sulit dijangkau. Karena pada kenyataannya permukaan tanah tidak selalu rata, dan daerah yang letaknya lebih tinggi dari sumber air akan mengalami kesulitan dalam mendapatkan pasokan air secara kontinyu. Masyarakat yang bertempat tinggal jauh dari jangkauan sumber energi listrik terdapat kendala untuk mengalirkan air dari tempat rendah ke tempat yang lebih tinggi. Dari berbagai macam jenis pompa pada saat ini, jenis pompa hidram (Hydraulic Ram Pump) merupakan salah satu solusi tepat. Karena pompa hidram tidak menggunakan bahan bakar listrik, BBM ataupun penggunaan mesin yang memerlukan perawatan intensif melainkan menggunakan energi hantaman air (water hammer). Pompa jenis ini dapat bekerja

terus menerus 24 jam sehari, harganya murah dan mudah dibuat.

Debit yang dihasilkan pompa hidram tergantung pada ukuran dan aliran air masuk ke pompa juga tinggi angkat. Sekitar sepuluh persen dari air dipompa ke atas, menurun seiring dengan bertambahnya ketinggian elevasi. Kebanyakan air tidak dipompa (dan bisa dikatakan terbuang percuma), sistem tidak memadai dalam kondisi dimana air langka [2]. Pompa hidram menggunakan energi dari air yang turun dari sebuah sumber untuk dipompa sebagian ke ketinggian yang jauh lebih tinggi daripada tingkat sebelumnya. Tidak ada energi dari luar lain yang diperlukan selama persediaan air tetap konstan, pompa akan tetap bekerja secara terus menerus dan otomatis [3]. Komponen dari pompa hidram adalah tangki pemasok air, pipa penggerak, badan pompa, katup limbah, katup pengantar, katup snifter, ruang udara, dan pipa pengantar [4] (lihat Gbr. 1).

Prosesnya dimulai saat air yang masuk ke pipa penggerak berasal dari ketinggian tertentu dengan tekanan tinggi. Megakibatkan

katup limbah tertutup oleh momentum air [6]. Dengan demikian, tekanan tinggi tercipta yang akan menyebabkan katup pengantar terbuka sehingga air bertekanan naik di ruang tabung udara. Karena itu, ruang udara dalam tabung udara menekan air yang menyebabkan katup pengantar menutup dan katup udara terbuka sehingga air naik melalui pipa pengantar mencapai tempat yang diinginkan [7]. Sejak 1980-an sudah banyak penelitian telah dilakukan untuk mengoptimalkan efisiensi dengan beberapa modifikasi [8]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa diameter lubang katup pengantar mempengaruhi nilai efisiensi pompa hidram.



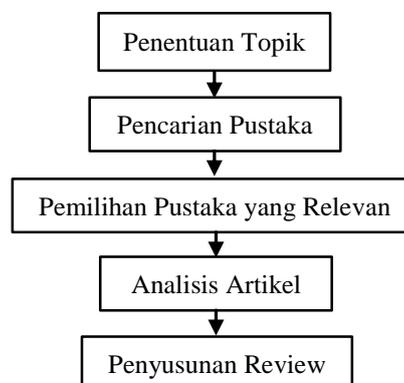
Gambar 1. Pompa hidram modern [5].

Bentuk tabung udara pompa hidram umumnya berupa silindris. Material yang bisa digunakan berupa pia besi ataupun pipa paralon.

METODE PENELITIAN

Tahapan-tahapan pembuatan review diilustrasikan pada Gambar 2. Topik yang digunakan penulis dalam literature review ini adalah karakteristik tabung udara pada pompa hidram. Topik ini dipilih karena masih kurangnya penelitian tentang pengaruh tabung

udara terhadap kinerja pompa hidram. Atas pertimbangan ini penulis memilih topik karakteristik tabung udara pada pompa hidram sebagai kajian utama dalam literature review ini.



Gambar 2. Langkah-langkah review artikel.

Topik yang digunakan penulis dalam literature review ini yaitu karakteristik tabung udara pada pompa hidram. Topik ini masih kurang penelitian tentang komponen tabung pompa hidram jika dibandingkan dengan komponen lain seperti katup limbah dan katup pengantar pompa hidram. Padahal parameter kinerja pompa hidram tidak hanya ukuran katup limbah dan katup pengantar akan tetapi juga tabung udara. Atas beberapa pertimbangan di atas penulis memilih topik karakteristik tabung udara pada pompa hidram sebagai kajian utama dalam literature review ini.

Cara mendapatkan sumber pustaka beserta kata kunci yang digunakan pencarian pustaka secara daring. Pustaka yang dianalisis berasal dari hasil pencarian menggunakan beberapa mesin pencari dan basis data utama dengan beberapa kata kunci. Basis data tersebut adalah *Google Scholar*, *Elsevier Science Direct*, *Proquest*, *JStor* portal Garuda, *Neliti*, dan *ResearchGate*. Hasil pencarian tersebut kemudian tidak terbatas hanya untuk wilayah penelitian di Indonesia tetapi juga internasional. Pecarian artikel penelitian tentang pompa hidram dilakukan dengan menggunakan kata kunci efisiensi pompa hidram, tabung udara pompa hidram.

Jumlah artikel penelitian yang diperoleh sebanyak 27 artikel namun setelah dilakukan pendalaman pencarian hanya terdapat 16 artikel yang membahas tabung udara pompa hidram. Artikel yang diperoleh merupakan artikel yang dipublikasikan dalam rentang waktu tahun 2000 sampai dengan 2020.

Metode yang dilakukan saat menganalisis pustaka, pertama adalah penulis membaca artikel dengan seksama untuk mendapatkan informasi penting. Selama membaca, penulis tidak lupa untuk mencatat hal-hal yang penting guna menunjang penulisan *review* artikel. Informasi penting yang didapat dimasukkan dalam suatu tabel agar memudahkan dalam pengambilan intisari artikel yang menjadi bahan untuk ulasan literatur. Selanjutnya informasi tersebut dikelompokkan sesuai dengan topik bahasan yang akan ditulis dalam hasil *review*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

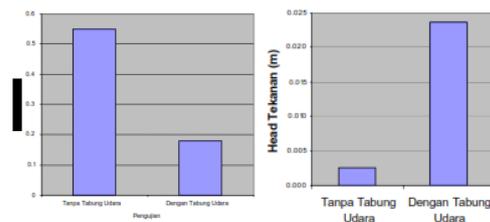
Tahun 2008, [9] meneliti tentang pengaruh tabung udara pada head tekanan pompa hidram. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya head tekanan akibat palu-air pada instalasi pompa hidram dengan dan tanpa tabung udara.

Pengujian dilakukan pada sistem pompa hidram, dengan ketinggian sumber air 1 m, panjang pipa penghantar 6 m, ketinggian pemompaan 10 m, diameter pipa *drive* 1", diameter badan pompa 3", panjang langkah 5 mm dan panjang pipa penyalur 10 m. Pada penelitian ini tidak dijelaskan ukuran tabung udara, baik volume, diameter ataupun tinggi. Parameter yang diamati adalah besarnya peningkatan tekanan pada pipa penghantar, badan pompa, leher pompa, pipa penyalur serta debit yang dihasilkan pada bak limbah dan bak penampung. Hasil penelitian didapatkan bahwa head tekanan balik di dalam pipa penghantar menurun dari 103,87 m tanpa menggunakan tabung udara menjadi 37,85 m dengan tabung udara. Selanjutnya, dalam pipa penyalur head tekanan akibat water hammer meningkat dari 0,29 m tanpa menggunakan

tabung udara menjadi 2,9 m dengan menggunakan tabung udara.



Gambar 3. Pompa tanpa tabung dan tabung.

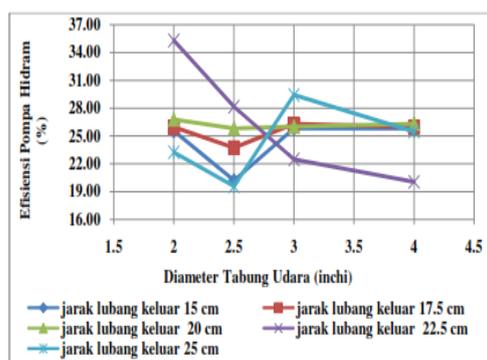


Gambar 4. Head tekanan pada pipa pengantar dan pipa penyalur.

Berdasarkan hasil analisis juga diperoleh bahwa pemasangan tabung udara dapat meningkatkan efisiensi pompa hidram secara signifikan dari 0.72 % tanpa tabung menjadi 19.45 % dengan tabung udara.

Penelitian selanjutnya pada pompa hidram berukuran 2 inci, diameter pipa masuk 2 inci, diameter pipa keluar 1 inci. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh diameter tabung udara dan jarak

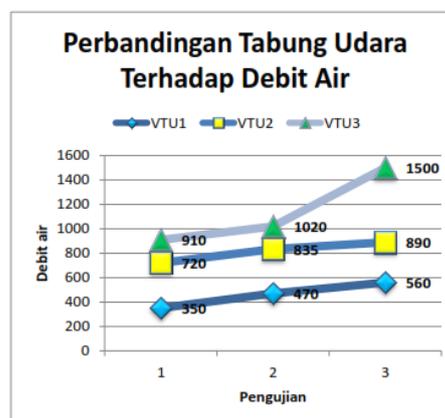
lubang pipa tekan dengan katup pengantar terhadap efisiensi pompa. Variabel bebas dari penelitian ini yaitu diameter tabung pompa yang bervariasi 2 inci, 2.5 inci, 3 inci dan 4 inci. Tinggi tabung sama yaitu 120 cm. Maka sesungguhnya variasi ini juga merupakan variasi volume tabung yaitu 2.4 L, 3.8 L, 5.5 L, dan 9.7 L. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa tabung udara mempengaruhi efisiensi pompa hidram.



Gambar 5. Grafik Hubungan diameter tabung udara dan efisiensi.

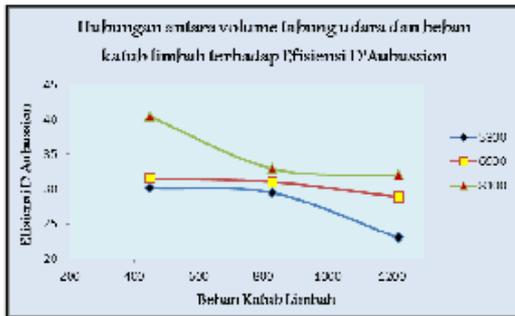
Hal ini terjadi karena penggunaan tabung udara akan mempengaruhi tekanan dalam tabung udara akibatnya tekanan pada bagian atas katup pengantar menjadi meningkat dan menurun, dan berdampak pada proses buka tutup katup pengantar, selanjutnya mempengaruhi jumlah air yang masuk kedalam tabung untuk dipompa. 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 memiliki nilai efisiensi tertinggi dan terendah pada setiap kondisi, namun secara keseluruhan efisiensi tertinggi terjadi pada diameter tabung udara 2 inci sebesar 35,30% sedangkan efisiensi terendah 19,57% pada penggunaan tabung udara 2,5. [10].

Budi Hartono, 2014 [11] meneliti tentang pengaruh variasi tabung udara terhadap debit pemompaan pompa hidram. Penelitian ini bertujuan untuk mengamati dan menganalisa pengaruh variasi tabung udara dan diameter pipa inlet terhadap debit pemompaan pompa hidram. Metode penelitian melalui perencanaan instalasi pompa hidram dan pengamatan pengaruh 4 variasi tabung udara yaitu tanpa tabung, tabung 1 (TU1) 0.0008 m³ (0.8 L), tabung 2 (TU2) 0.0016 m³ (1.6 L), tabung 3 (TU3) 0.0024 m³ (2.4 L). Hasil penelitian menunjukkan bahwa;



Gambar 6. Hubungan volume tabung udara dan debit air.

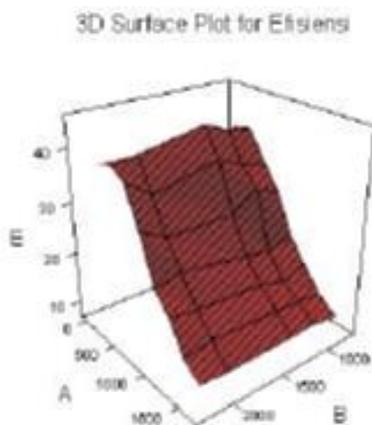
Penelitian pengaruh volume tabung udara dan beban katub limbah terhadap efisiensi unjuk kerja pompa hidram. Metode melalui perancangan instalasi pompa hidram dengan pengamatan pengaruh volume tabung udara (5300 ml, 6900 ml, dan 8100 ml), dan pengamatan pengaruh beban katub limbah (450 kg, 830 kg, dan 1220 kg) terhadap debit pompa hidram. Hasil penelitian menunjukkan bahwa volume tabung udara berpengaruh terhadap debit air hasil pemompaan pompa hidram, semakin besar volume tabung udara semakin besar debit air hasil pemompaan. Berdasarkan pengujian dari ketiga variasi volume tabung udara (TU3) 0.0024 m³ (2.4 L) memberikan debit air tertinggi.



Gambar 7. Grafik hubungan antara volume tabung udara dan beban katup limbah terhadap Efisiensi *D'Aubussion*.

Efisiensi tertinggi pompa hidram adalah 40,36 % efisiensi *D'Aubussion* pada berat beban 450 gram dan volume tabung udara 8100 ml. Sedangkan efisiensi terendah pompa hidram adalah 23,00 % pada berat beban katup hidram 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 [12].

Karakteristik volume tabung udara dan beban katup limbah terhadap efisiensi pompa hidraulik ram diperoleh dari peneliti [13], hasil analisa varians serta regresi *response surface* diperoleh hasil bahwa faktor volume tabung udara dan beban katup limbah berpengaruh pada efisiensi pompa, begitu pula interaksi antara kedua faktor.



Gambar 8. Surface plot untuk efisiensi.

Dari hasil anova, dengan tingkat signifikansi 5%, maka dapat dilihat bahwa untuk faktor katup limbah, volume tabung maupun interaksi katup limbah dan volume tabung, nilai $F > F$ tabel sehingga dapat disimpulkan bahwa faktor-faktor tersebut berpengaruh secara signifikan terhadap efisiensi.

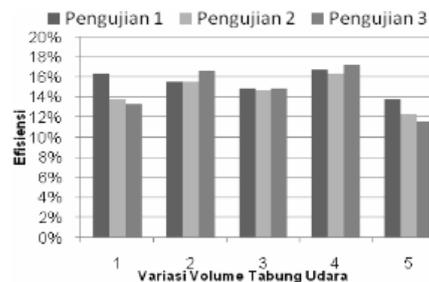
Untuk mengetahui seberapa banyak variabilitas respon disebabkan oleh faktor-faktor dalam eksperimen, baik itu sebagai *main effect* maupun sebagai *interaction effect* maka dilakukan perhitungan koefisien determinasi (R^2).

$$SS_{model} = SS_A + SS_B + SS_{AB} = 13710.14 + 20.86 + 111.76 = 13842.76$$

$$R^2 = SS_{model}/SS_t = 0,9951\% = 99.51\%$$

Hasil ini dapat disimpulkan bahwa 99.51% dari variabilitas efisiensi *D'Aubussion* dijelaskan oleh faktor beban katup limbah dan faktor volume tabung serta interaksinya. Pengaturan optimal untuk mendapatkan efisiensi terbaik adalah saat volume tabung 1300 ml dan beban 400 gram untuk mendapatkan efisiensi 42,9209%.

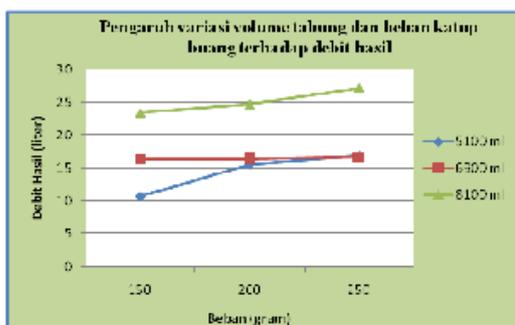
Efisiensi pompa hidram dengan variasi volume tabung udara (vacuum chamber) 330 mL, 600 mL, 1000 mL, 1500 mL, dan 2000 mL, diteliti oleh [14] diperoleh bahwa;



Gambar 9. Efisiensi pompa hidram dengan variasi tabung udara.

Volume tabung udara tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap efisiensi pompa. Rancang bangun pompa hidram yang menghasilkan efisiensi terbaik adalah pompa hidram dengan volume tabung udara 1500 ml dengan efisiensi sebesar 17,21 %.

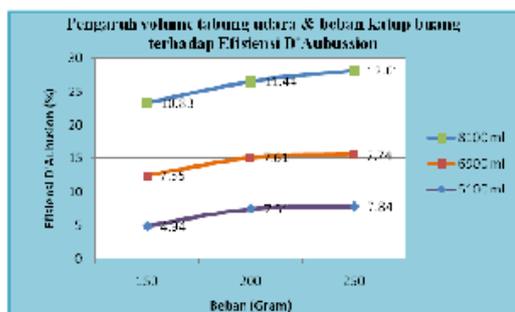
Pengaruh volume tabung udara (5100 ml, 6900 ml, dan 8100 ml) dan beban katup limbah (150 gram, 200 gram, dan 250 gram) dengan jarak katup *delivery* 2 cm terhadap efisiensi pompa hidram [15]. Sebelum masuk pada analisis efisiensi, terlebih dahulu kita melihat pengaruh variabel bebas terhadap debit pemompaan, hasil menunjukkan bahwa (lihat gambar 10);



Gambar 10. Pengaruh variasi volume tabung udara dan beban katup terhadap debit hasil.

Penambahan volume tabung udara dan berat beban katup buang sangat berpengaruh terhadap debit pemompaan yang dihasilkan. Debit pemompaan terendah terdapat pada volume tabung udara 5100 ml dan beban katup buang 150 gram yaitu sebesar 10,68 L/menit. Sedangkan untuk debit pemompaan tertinggi terdapat pada volume tabung udara 8100 ml dan beban katup buang 250 gram yaitu sebesar 27,24 L/menit.

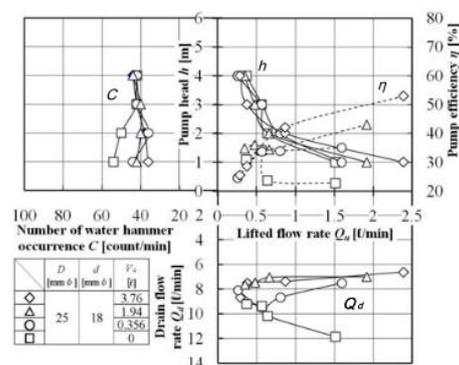
Untuk analisis efisiensi (efisiensi D'Aubussion) menunjukkan:



Gambar 11. Hubungan Efisiensi dan volume tabung udara untuk setiap massa katup buang.

Efisiensi yang tertinggi pada volume tabung udara 8100 ml dan beban katup buang 250 gram yaitu 12,61 % sedangkan efisiensi terendah terdapat pada volume tabung udara 8100 ml dan beban katup buang 250 gram 8,4% [15].

Tahun 2011 [16] meneliti tentang pengaruh volume udara dalam *air chamber* terhadap kinerja *air hammer* sistem pompa. Penelitian ini menunjukkan ;



Gambar. 12 Perubahan efisiensi hidram terhadap volume ruang udara.

Pada kuadran pertama, hubungan antara head pompa, h dan laju aliran terangkat Q_u diwakili oleh kurva miring ke bawah mirip dengan kurva kinerja pompa yang khas. Seperti yang terlihat pada gambar, kurva yang datar pada tingkat yang lebih tinggi V_a (menurun pada V_a level rendah). Perpotongan kurva pada sekitar $Q_u = 0,6-0,7$ [l/min]. Hubungan antara efisiensi pompa, η dan laju aliran terangkat Q_u diwakili oleh kurva miring ke atas, kecuali dalam kasus $V_a = 0$ [l]. Efisiensi pompa lebih tinggi pada tingkat yang lebih tinggi V_a .

Kuadran keempat merupakan hubungan antara laju aliran pembuangan Q_d dan laju aliran terangkat Q_u . Namun bila $V_a = 0$ [l], laju aliran pembuangan meningkat seiring meningkatnya laju aliran terangkat. Menurut persamaan efisiensi, laju aliran pembuangan Q_d adalah komponen dari laju aliran input dan secara signifikan mempengaruhi efisiensi pompa η . Jadi, ketika $V_a = 0$ [l], efisiensi pompa berkurang seiring meningkatnya laju aliran terangkat. Kecuali dalam kasus $V_a = 0$

[1], laju aliran pembuangan menurun pada V_a yang tinggi dan tetap hampir konstan terlepas dari laju aliran terangkat Q_u

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil review diperoleh bahwa tabung udara sangat penting keberadaannya pada sebuah pompa hidram, karena dapat mempengaruhi kinerja atau efisiensi dari pompa hidram. Semakin besar volume tabung udara pompa hidram semakin besar volume air yang dihasilkan serta efisiensi pompa hidram.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Ligu Huang and Li Yin, 2017, "Supply and Demand Analysis of Water Resources based on System Dynamics Model", *J. Eng. Technol. Sci.*, Vol. 49, No. 6, 2017, 705-720.
- [2]. Matthias Inthachot et al, 2015, "Hydraulic ram pumps for irrigation", in *Northern Thailand Agriculture and Agricultural Science Procedia* 5 pp. 107 – 114.
- [3]. Harith, M. N., Bakar, R. A., Ramasamy, D., Ma Quanjin, 2017, "A significant effect on flow analysis & simulation study of improve design hydraulic pump", *4th International Conference on Mechanical Engineering Research (ICMER2017), IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*.
- [4]. Diwan, P., Patel, A., and Sahu, L, 2016., "Design and Fabrication of Hydraulic Ram with Methods of Improving Efficiency", in *International Journal of Current Engineering and Scientific Research (IJCESR)*, Vol. 3, No. 4, (Technical Research Organization India, 2016), pp. 5-13.
- [5]. Rohan, D. Balgude, et al, 2015, "Designing of Hydraulic Ram Pump". *International Journal of Engineering and Computer Science* ISSN: 2319-7242 Volume 4 Issue 5 May 2015, Page No. 11966-11971.
- [6]. Seth, J., 2013 *How to build a Hydraulic Ram Pump*, LandToHouse.com.
- [7]. Young, B. W., 1996, "Journal of Power and Energy," 1990-1996 (vols 204-210), 210 p245-248.
- [8]. Hussin, N.S.M., Gamil, S.A., Amin, N.A.M., Safar, M.J.A., Majid, M.S.A., Kazim, M.N.F.M., Nasir, N.F.M, 2017, "Design and analysis of hydraulic ram water pumping system," *In Proceedings of the International Conference on Applications and Design in Mechanical Engineering (ICADME 2017)*, Penang, Malaysia, 21–22 August 2017.
- [9]. Made, S., dan IKG Wirawan, 2008, "Kajian eksperimental pengaruh tabung udarapada head tekanan pompa hidram," *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CAKRAM* Vol. 2 No. 1, Juni 2008 (10 –14).
- [10]. Charles Silla, Muhamad Jafri, Ishak S. Limbong, 2014, "Pengaruh Diameter Tabung Udara dan Jarak Lubang Pipa Tekan dengan Katup Pengantar terhadap Efisiensi Pompa Hidram," *LONTAR Jurnal Teknik Mesin Undana*, Vol. 01, No. 02, Oktober 2014.
- [11]. Budi Hartono, 2014, "Pengaruh Variasi Tabung Udara terhadap Debit pemompaan Pompa Hidram," *SINTEK JURNAL*, Vol. 8, No. 1, UMJ, Jakarta.
- [12]. Eko S., Romadhon Tri W., Setia Pradana, Naif Fuhaid, 2013. "Pengaruh Volume Tabung Udara dan Beban Katub Limbah Terhadap Efisiensi Unjuk Kerja Pompa Hidram," *PROTON*, Vol. 5 No 2 / Hal 1-4
- [13]. Gan Shu San dan Gunawan Santoso, 2002, "Studi Karakteristik Volume Tabung Udara dan Beban Katup Limbah Terhadap Efisiensi Pompa Hydraulic Ram," *JURNAL TEKNIK MESIN*, Vol. 4, No. 2, hal. 81 – 87.
- [14]. Dinar M. F., Hari Anggit C. W., Latifah N. Q., Enjang J.M, 2013, " Uji Efisiensi Pompa Hidram dengan Variasi Volume Tabung Udara," *Prosiding Seminar*

- Kontribusi Fisika (SKF2013)*, 2-3 Desember 2013, Bandung, Indonesia.
- [15]. Teguh Irawan, Nova Risdiyanto Ismail, Suriansyah, 2016, “ Pengaruh volume tabung udara dan beban katup buang dengan Jarak katup *delivery* 2 cm terhadap kinerja pompa hidram, *Widya Teknika*, Vol. 24 No. 1 ; Oktober 2016 ISSN 1411 – 0660: 59 – 64.
- [16]. Sumio Saito, Masaaki Takahashi and Yoshimi Nagata, 2011, “Effects of the Air Volume in the Air Chamber on the Performance of Water Hammer Pump System”, *International Journal of Fluid Machinery and Systems*, Vol. 4, No.2.