

PENGARUH JARAK TABUNG UDARA DENGAN KATUP HANTAR TIPE *HORIZONTAL* TERHADAP KINERJA POMPA HIDRAM

Dicky Raynaldi

Teknik Mesin Konversi Energi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: dickyraynaldi@mhs.unesa.ac.id

Indra Herlamba Siregar

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: indra-adsite2006@yahoo.com

Abstrak

Air merupakan salah satu faktor sumber yang sangat penting dan dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari terutama manusia, hewan dan tumbuhan. Untuk memindahkan air dari sumber menuju tempat yang diinginkan dibutuhkan sebuah alat yaitu pompa air. Dalam pengoperasiannya pompa air membutuhkan energi listrik atau bahan bakar minyak. Kebutuhan bahan bakar minyak yang semakin meningkat mengakibatkan bahan bakar minyak semakin langka dan mahal, sehingga diperlukan solusi dari permasalahan ini. Salah satu solusinya adalah pompa hidram. Teknik analisa data dalam penelitian ini menggunakan analisis data statistika deskriptif kuantitatif yaitu menggambarkan hasil penelitian secara grafis dalam tabel dan grafik. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh jarak tabung udara dengan katup hantar terhadap kinerja pompa hidram. Pompa hidram yang digunakan dalam penelitian ini berdiameter 2 inch, dengan sudut kemiringan 45° panjang inlet 2 m dan diameter pipa discharge 0,5 inch, menggunakan volume tabung udara 0,0056 m³, variasi jarak tabung udara dengan katup hantar adalah 20 cm, 25 cm, 30 cm, 35 cm, dan 40 cm. Hasil penelitian ini diperoleh bahwa pada perancangan pompa hidram didapatkan hasil yang paling optimal adalah pada jarak 35 cm dengan ketinggian inlet 1,75 m, volume tabung udara 0,0056 m³ dan ketinggian discharge 4 m. Dengan kapasitas discharge 7,31 liter/menit, efisiensi pompa hidram 33,08% sedangkan efisiensi terendah yaitu pada jarak 20 cm dengan nilai efisiensi sebesar 31,11% dan kapasitas discharge 3,17 liter/menit.

.Kata Kunci: Pompa Hidram, Katup Hantar, Jarak Tabung, Efisiensi.

Abstract

Water is one source factor that is very important and needed in everyday life, especially humans, animals and plants. To move water from the source to the desired place a tool is needed, namely a water pump. In the operation of the water pump requires electricity or fuel oil. The increasing need for fuel oil has made oil fuels increasingly scarce and expensive, so a solution to this problem is needed. One solution is a hydraulic pump. The data analysis technique in this study uses quantitative descriptive statistical data analysis, which graphically describes the results of research in tables and graphs. This research was conducted to determine the effect of the distance of the air tube with the conductive valve on the performance of the hydraulic pump. Hydraulic pump used in this study is 2 inch in diameter, with a slope angle of 45° inlet length of 2 m and a discharge pipe diameter of 0.5 inch, using an air tube volume of 0.0056 m³, variations in the distance of air tubes with conductive valves are 20 cm, 25 cm, 30 cm, 35 cm and 40 cm. The results of this study showed that the design of the hydraulic pump obtained the most optimal result was at a distance of 35 cm with an inlet height of 1.75 m, air tube volume 0.0056 m³ and discharge height of 4 m. With a discharge capacity of 7.31 liters / minute, the hydraulic pump efficiency is 33.08% while the lowest efficiency is at a distance of 20 cm with an efficiency value of 31.11% and a discharge capacity of 3.17 liters / minute.

Keywords: *Hydraulic Pump, Delivery Valve, Tube Distance, Efficiency.*

PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu faktor sumber yang sangat penting dan dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari terutama manusia, hewan dan tumbuhan. Masyarakat yang bertempat tinggal pada daerah dibawah sumber air tidak perlu besusah payah untuk menyediakan air. Karena sesuai hukum fisika, Air akan mengalir dari tempat tinggi ketempat yang lebih rendah, sedangkan bagi masyarakat yang berada jauh dari sumber air atau

berada pada daerah yang lebih tinggi dari sumber air, dapat menggunakan peralatan mekanis untuk membantu dalam menyuplai kebutuhan penyediaan air. Pompa adalah peralatan mekanis untuk mengubah energi mekanik dari mesin penggerak pompa menjadi energi tekan fluida yang dapat membantu memindahkan fluida ketempat yang lebih tinggi elevasinya.

Pompa hidram adalah suatu alat yang cocok untuk menaikkan air dari tempat rendah ketempat yang lebih tinggi, pompa ini tidak membutuhkan sumber energi listrik maupun bahan bakar, tidak membutuhkan pelumasan dan dapat bekerja secara continue selama persediaan air masih ada. Pompa hidram ini dapat menaikkan air dari tempat rendah ketempat yang lebih tinggi sehingga pompa ini sangat tepat untuk daerah-daerah pegunungan, daerah yang jauh dari sumber listrik, pompa ini merupakan saran pilihan yang tepat karena pemeliharannya sangat sederhana.

Mekanisme pompa hidram yaitu air masuk dari terjunan melalui pipa penghantar masuk ke katup limbah atau katup pembuangan dan didorong ke katup hisap yang akan membuka akibat dorongan air dan akan masuk ke tabung udara atau tabung kompresi. Pada saat tabung berisi air dan udara secara maksimal maka sebagian air akan keluar melalui pipa penghantar dan menaikkan air dari tempat rendah ketempat yang lebih tinggi.

Penelitian yang dilakukan oleh Supriyanto dan Irawan (2017) dalam penelitian yang berjudul “pengaruh variasi jarak sumbu katup limbah dengan sumbu tabung udara terhadap efisiensi pompa hidram”, dari penelitian ini di peroleh hasil variasi jarak 0,25 m mendapatkan debit output sebesar 0,0041 m³/detik dengan efisien 14% pada jarak 0,35 m mendapatkan debit output 0,0026 m³ /detik dengan efisiensi 9% dan pada jarak 0,45 m mendapatkan debit output 0,0023 m³/detik dengan efisiensi 7%.

Penelitian juga dilakukan oleh Sofwan. (2015) dalam penelitian yang berjudul “uji eksperimental pengaruh ketinggian terjunan dan volume tabung udara terhadap kinerja pompa hidram”, menyatakan bahwa penelitian tersebut menggunakan 3 variasi volume tabung yang berbeda dan rumah pompa yang digunakan menggunakan ukuran 2 inci. Sehingga efisiensi pompa paling maksimal menggunakan volume tabung 0,0028 m³ dengan efisiensi sebesar 40%.

Penelitian yang dilakukan oleh Alfarizi (2015), dalam penelitiannya yang berjudul “Pengaruh diameter pipa pada panjang pipa inlet terhadap kinerja pompa hidram”, di dalam penelitiannya di dapatkan rancangan pompa hidram diameter inlet 1 inci dan panjang pipa inlet 4 meter mampu menghasilkan discharge sebesar 6,72 liter/menit dengan efisiensi volumetric sebesar 49,64% dan efisiensi pompa sebesar 54,88%.

Penelitian yang dilakukan oleh Taufik dkk. (2016) dalam penelitian yang berjudul “pengaruh variasi jarak kerja katup penghantar (Delivery Valve) terhadap kinerja pompa hidram.”, menyatakan bahwa efisiensi tertinggi pompa hidram adalah 16,86%, efisiensi D’abussion pada jarak katup penghantar 1,2 cm dan panjang pipa masukan 6 meter, faktor kerja katup penghantar sangat berpengaruh terhadap debit pemompaan, debit buang dan efisiensi pompa hidram.

Penelitian yang dilakukan oleh Silla (2014) dalam penelitian yang berjudul “pengaruh diameter tabung udara dan jarak lubang pipa tekan dengan katup

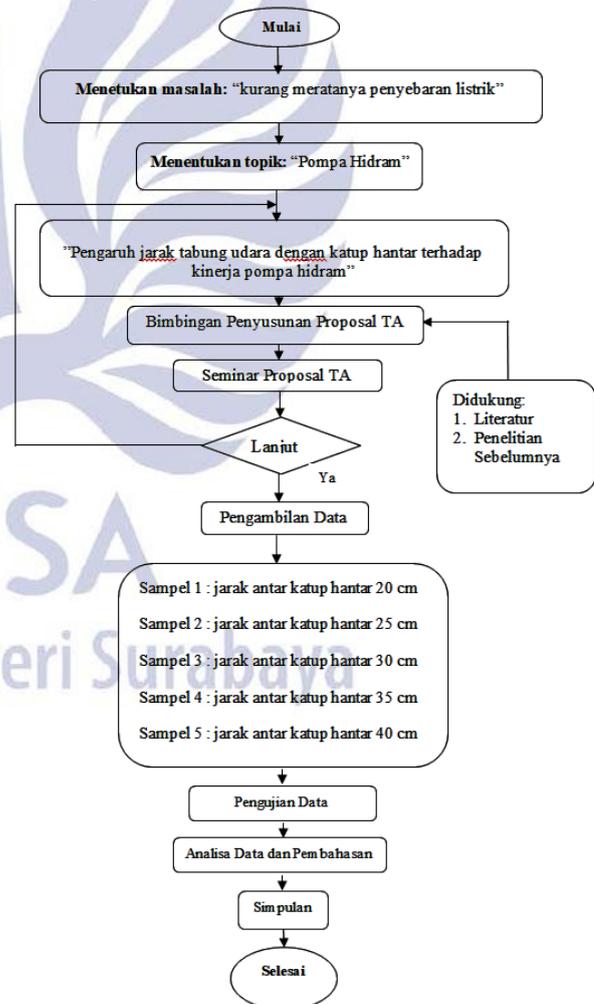
pengantar terhadap efisiensi pompa hidram”, menyatakan bahwa efisiensi tertinggi terjadi pada diameter tabung udara 2 inci dengan jarak lubang pipa tekan 22,5 cm sebesar 35,30% sedangkan efisiensi terendah 19,57% pada penggunaan tabung udara 2,5 inci pada jarak lubang pipa 25 cm.

Beberapa penelitian yang sudah dilakukan tetapi masih belum banyak peneliti yang meneliti tentang pengaruh jarak tabung udara terhadap katup hantar. Merujuk dari penelitian di atas dalam penelitian ini mencoba melakukan kajian penelitian untuk mengoptimalkan kinerja pompa hidram memvariasikan jarak antara tabung udara dan katup hantar pada pompa hidram.

Diharapkan dengan penelitian eksperimen dapat menghasilkan kinerja pompa hidram yang baik dari segi efisiensinya yang dapat digunakan untuk skala kecil atau pemukiman di daerah pegunungan sehingga energi potensial aliran sungai tersebut dapat dimanfaatkan.

METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

Variabel Penelitian

- Variabel bebas (independent)
Variabel bebas (independent) adalah merupakan variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel terikat (dependent) (Sugiyono, 2014). Dalam penelitian ini variabel bebasnya meliputi:

Variasi pengaruh jarak tabung udara dengan katup hantar sebagai berikut :

- jarak antara tabung udara dengan katup hantar 20 cm
- jarak antara tabung udara dengan katup hantar 25 cm
- jarak antara tabung udara dengan katup hantar 30 cm
- jarak antara tabung udara dengan katup hantar 35 cm
- jarak antara tabung udara dengan katup hantar 40 cm

- Variabel terikat (dependent)
Variabel terikat (dependent) merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena adanya variabel bebas (Sugiyono, 2014). Dalam penelitian ini variabel terikatnya meliputi debit air output dan efisiensi dari pompa hidram.

- Variabel kontrol
Variabel kontrol adalah variabel yang dikendalikan atau dibuat konstan supaya pengaruh variabel bebas ke variabel terikat tidak dipengaruhi oleh faktor-faktor lain dari luar yang tidak diteliti. Dalam penelitian ini variabel yang dikontrol meliputi:

- Fluida yang digunakan adalah air
- Ketinggian sumber air input
- Ketinggian sumber air output

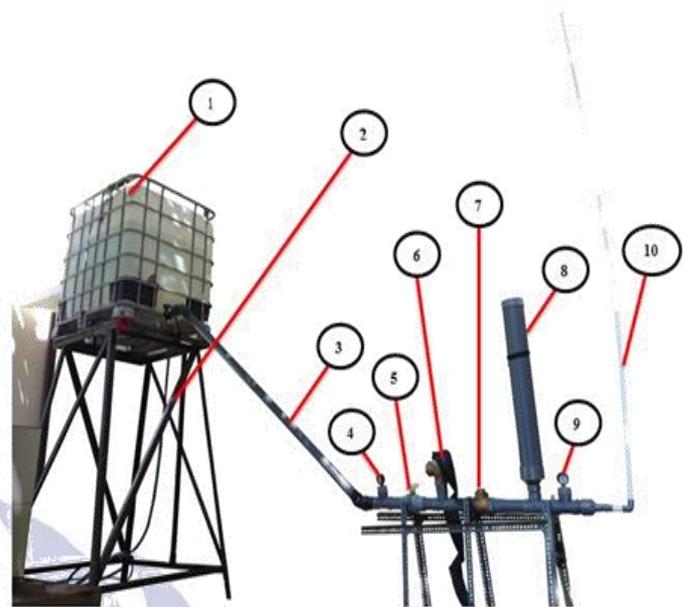
Instrumen dan Alat Penelitian

Dalam penelitian ini alat-alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

Prosedur Penelitian

Alat dan Prosedure pompa dapat dilihat pada gambar dan prosedur sebagai berikut :

- Tahap Persiapan
Tahap pertama adalah mempersiapkan alat dan bahan, dalam penelitian ini alat dan bahan yang harus dipersiapkan adalah tandon air, elbow, katup limbah, katup hantar, pipa, bahan pvc dan fluida yang akan di gunakan untuk menguji pompa adalah air.



Gambar 3.2 Skema Pompa Hidram
Sumber : Dokumentasi

Keterangan :

- | | |
|-------------------|-------------------|
| 1. Tandon | 6. Katup Buang |
| 2. Dudukan Tandon | 7. Katup Hantar |
| 3. Input | 8. Tabung Udara |
| 4. Pressure Gauge | 9. Pressure Gauge |
| 5. Foot valve | 10. Output |

- Tahap Perancangan.
Setelah alat dan bahan telah lengkap, langkah selanjutnya adalah perancangan pompa hidram, langkah-langkah perancangan pompa hidram adalah sebagai berikut:

- Menentukan diameter pipa masukan
Dalam penelitian ini, merupakan variabel yang telah ditentukan yaitu tinggi permukaan sumber air adalah 1,75 m dari tanah dan volume tabung udara 0,0056 m³.
- Menentukan diameter pipa keluaran.
Penelitian ini menggunakan inlet berbahan PVC dengan diameter pipa 2 inci. Pipa ini nantinya akan menyalurkan air dari bak penampung air menuju rumah pompa.
- Menentukan panjang inlet
Pada penelitian ini panjang inlet adalah 2 m, bahan yang digunakan adalah PVC.
- Menentukan variasi jarak katup hantar.
Dalam penelitian ini variasi jarak (1) 20 cm, variasi jarak (2) 25 cm, variasi jarak (3) 30 cm, variasi jarak (4) 35 cm, variasi jarak (5) 40 cm.
- Menentukan diameter discharge
Pada penelitian ini menggunakan PVC yang berdiameter ½ inch dan panjang 4m.

- Prosedur Pengujian
 - Mempertahankan permukaan sumber air tetap konstan. dengan ketinggian 1,75 m.
 - Mengalirkan air dari sumber dengan menggunakan diameter inlet 2 inci yang dikombinasikan dengan volume tabung udara 0,0056 m³.
 - Pada kondisi diatas kemudian divariasikan dengan jarak katup hantar 1, jarak katup hantar 2 dan jarak katup hantar 3 jarak katup hantar 4 dan jarak katup hantar 5. Yang nantinya akan dicari efisiensi dan kapasitas terbaik.

Perhitungan dan Analisis Data

Pengambilan data dilakukan pada ketinggian sumber air 1,75 m, ketinggian discharge 4 m, panjang inlet 2 m, diameter 2 inci, volume tabung udara 0,0056 m³, variasi jarak tabung udara dengan katup hantar 20 cm, 25 cm, 30 cm, 35 cm dan 40 cm. Berikut contoh perhitungan Daya dan Efisiensi Pompa Hidram pada jarak 35 cm.

• Daya Fluida

- Daya Fluida Inlet

$$P_{in} = \gamma \times Q_t \times H_{total}$$

$$= 9777 \frac{N}{m^3} \times 0,000648 \frac{m^3}{s} \times 8,452 m$$

$$= 54,10 W$$

- Daya Fluida Discharge

$$P_{disc} = \gamma \times Q_d \times H_{tdts}$$

$$= 9777 \frac{N}{m^3} \times 0,000121 \frac{m^3}{s} \times 15,070 m$$

$$= 17,90 W$$

- Efisiensi

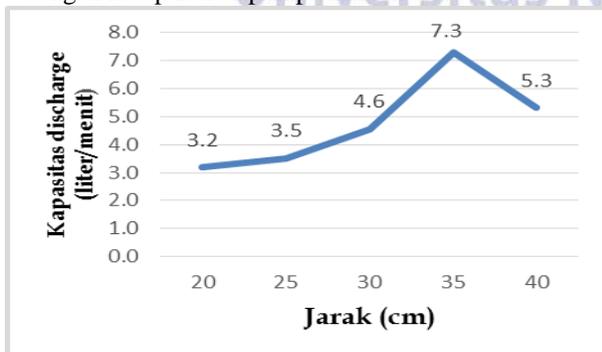
$$\eta P = \frac{P_{out}}{P_{in}} (100\%)$$

$$= \frac{17,90 W}{54,10 W} (100\%)$$

$$= 33,08 \%$$

Analisa

- Kapasitas Discharge terhadap jarak tabung udara dengan katup hantar pompa hidram.



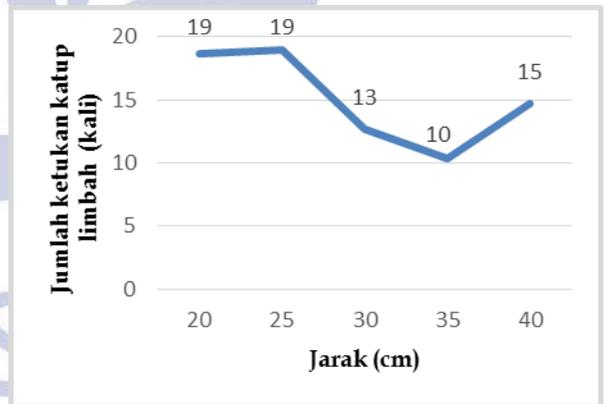
Gambar 4.1 Grafik kapasitas discharge terhadap jarak tabung udara dengan katup hantar.

Dari grafik gambar 4.1 hubungan antara kapasitas discharge dengan pengaruh posisi jarak tabung udara dengan katup hantar menunjukkan bahwa kapasitas discharge dipengaruhi oleh jarak katup. Dari grafik dapat di amati bahwa semakin jauh posisi jarak tabung udara dengan katup hantar maka kapasitas discharge juga akan semakin meningkat kecuali pada jarak 40 cm terjadi titik balik optimal dari jarak 35 cm

Pada Hal tersebut dikarenakan semakin jauh posisi jarak katup hantar maka debit air yang tersimpan di antara katup hantar dengan tabung udara itu semakin banyak sehingga proses pembuangan katup limbah dan jumlah ketukan yang dihasilkan semakin sedikit .

Dari data diatas diperoleh kapasitas discharge tiap variasi jarak katup hantar dengan tabung udara 20 cm , 25 cm, 30 cm, 35 cm dan 40 cm yang paling baik adalah posisi katup 35 cm dengan hasil pada ketinggian 4 m kapasitas discharge 7,3L/min, kapasitas limbah 4,3L/min, dan efisiensi pompa 33,08%. Sedangkan pada jarak 20 cm kapasitas discharge terendah dengan hasil sebagai berikut: Pada ketinggian 4 m kapasitas discharge yang dihasilkan 3,2L/min, kapasitas limbah 5,5L/min, dan efisiensi pompa 31,11%.

- Jumlah ketukan katup limbah terhadap jarak tabung udara dengan katup hantar pompa hidram.



Gambar 4.2 Grafik jumlah ketukan katup limbah terhadap jarak tabung udara dengan katup hantar pompa hidram .

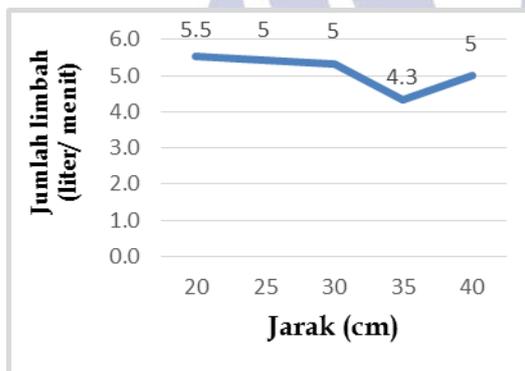
Dari Grafik Gambar 4.2 hubungan antara jumlah ketukan terhadap tabung udara dengan katup hantar pompa hidram menunjukkan bahwa jumlah ketukan dipengaruhi oleh jarak katup hantar dengan tabung udara pompa hidram.

Berdasarkan grafik diatas bahwa dari kelima variasi jarak katup hantar dengan tabung udara menunjukkan jumlah ketukan terbesar terdapat pada jarak 20 cm. Kemudian jumlah ketukan terbesar diikuti pada jarak 25 cm, 30 dan 40 cm. Hal tersebut disebabkan karena semakin jauh posisi antara katup hantar dengan tabung udara maka

waktu untuk pengisian air kedalam katup hantar dengan tabung udara semakin cepat karena debit air yang berada diantara katup hantar dengan tabung udara semakin banyak sehingga proses pompa hidram semakin ringan dan tidak membutuhkan jumlah ketukan yang banyak untuk menaikkan air ke discharge pompa hidram.

Kemudian apabila semakin dekat posisi antara katup hantar dengan tabung udara maka waktu untuk pengisian air dan terjadinya palu air semakin lama. Akhir kerja hidram semakin lambat dan menghasilkan jumlah ketukan yang banyak juga sehingga menghasilkan kapasitas semakin sedikit akibatnya pompa hidram tidak bekerja secara optimal. Jadi jarak optimal yang didapatkan dari kelima variabel didapatkan pada jarak 35 cm dengan jumlah ketukan yang paling sedikit yaitu 10 ketukan.

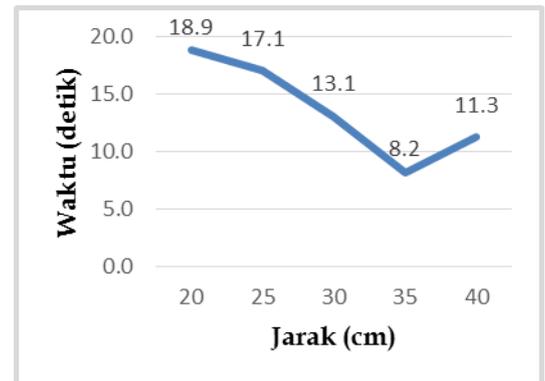
- Kapasitas limbah terhadap jarak tabung udara dengan katup hantar pompa.



Gambar 4.3 Grafik kapasitas limbah terhadap jarak tabung udara dengan katup hantar pompa hidram.

Dari Grafik Gambar 4.3 hubungan antara jumlah limbah buang terhadap jarak katup hantar dengan tabung udara pompa hidram menunjukkan bahwa jumlah limbah buang dipengaruhi oleh jarak katup hantar dengan tabung udara pompa hidram. Dari grafik dapat di amati bahwa dari kelima variasi jarak tabung udara dengan katup hantar menunjukkan jumlah limbah terbesar pada jarak 20 cm. Hal ini disebabkan karena pada jarak 20 cm adalah jarak katup yang tidak optimal pada saat proses pompa hidram bekerja. Hasil ini juga diamati berdasarkan Gambar 4.2 Jadi ketika jumlah ketukan semakin banyak maka jumlah limbah yang di hasilkan semakin besar.

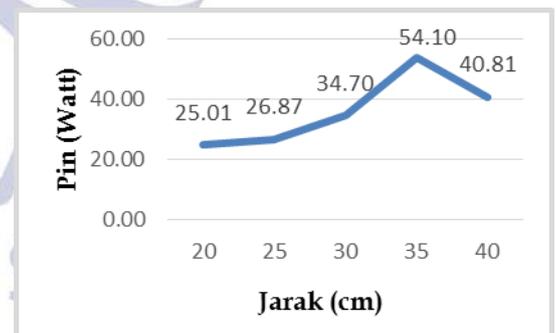
- waktu pemompaan terhadap jarak tabung udara dengan katup hantar pompa hidram.



Gambar 4.4 Grafik waktu pemompaan terhadap jarak tabung udara dengan katup hantar pompa hidram.

Dari gambar 4.4 diatas menunjukkan pengaruh jarak tabung udara dengan katup hantar pompa hidram terhadap perbedaan waktu yang dibutuhkan untuk mengangkat 1 liter air. Dari kelima variasi dapat di amati bahwa waktu paling sedikit yang di butuhkan untuk mengangkat 1 liter air terdapat pada jarak 35 cm. Hal ini disebabkan karena pada jarak 35 cm jumlah ketukannya yang paling sedikit, sehingga jumlah air yang terangkat hanya membutuhkan waktu yang relatif singkat .

- P In Pompa Terhadap jarak tabung udara dengan katup hantar pompa hidram

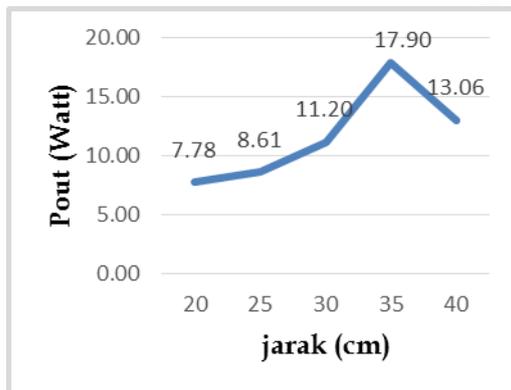


Gambar 4.5 Grafik P in terhadap jarak tabung udara dengan katup hantar pompa hidram.

Pada gambar 4.5 menunjukkan bahwa P in dipengaruhi oleh jarak katup hantar dengan tabung udara pompa hidram. P in terbesar Terdapat pada jarak 35 cm sebesar 54.10 Watt sedangkan Pin terendah terdapat pada jarak 20 cm yaitu sebesar 25.01 Watt. Hal tersebut di karenakan pada jarak 35 cm menghasilkan daya input yang maksimal sehingga daya yang di hasilkan untuk mengangkat air 1 liter discharge bisa optimal, jarak 35 cm adalah

jarak yang terbaik. Pada gambar 4.5 menunjukkan bahwa P_{in} dipengaruhi oleh jarak katup hantar dengan tabung udara pompa hidram. P_{in} terbesar Terdapat pada jarak 35 cm sebesar 54.10 Watt sedangkan P_{in} terendah terdapat pada jarak 20 cm yaitu sebesar 25.01 Watt. Hal tersebut di karenakan pada jarak 35 cm menghasilkan daya input yang maksimal sehingga daya yang di hasilkan untuk mengangkat air 1 liter discharge bisa optimal, jarak 35 cm adalah jarak yang terbaik.

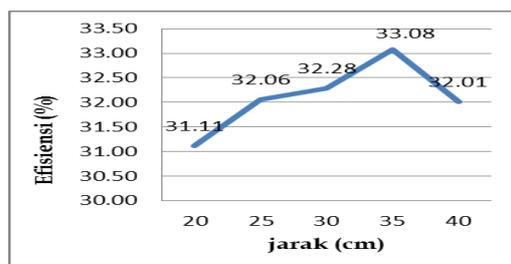
- P_{out} Pompa Terhadap jarak tabung udara dengan katup hantar pompa hidram.



Gambar 4.6 Grafik P Out terhadap jarak tabung udara dengan katup hantar pompa hidram

Pada gambar 4.6 menunjukkan bahwa P_{out} dipengaruhi oleh jarak katup hantar dengan tabung udara pompa hidram. P_{out} terbesar Terdapat pada jarak 35 cm sebesar 17.90 Watt sedangkan P_{out} terendah terdapat pada jarak 20 cm yaitu sebesar 7.78 Watt. Hal tersebut di karenakan pada jarak 35 cm menghasilkan daya output yang maksimal sehingga daya yang di hasilkan untuk mengangkat air 1 liter discharge bisa optimal, jarak 35 cm adalah jarak yang terbaik.

- Efisiensi Pompa Terhadap jarak tabung udara dengan katup hantar pompa hidram



Gambar 4.7 Grafik Efisiensi Pompa Terhadap jarak tabung udara dengan katup hantar pompa hidram.

Dari gambar 4.7 menunjukkan pengaruh jarak tabung udara dengan katup hantar terhadap perubahan efisiensi pompa hidram. Dari grafik diatas dapat di amati bahwa dari kelima variasi jarak tabung udara dengan katup hantar menunjukkan efisiensi terbesar terdapat pada jarak 35 cm. Kemudian efisiensi terbesar diikuti pada posisi 30 cm, 25 cm dan 20 cm . tetapi pada jarak 40 cm terjadi penurunan karena adanya titik balik dari titik optimal pompa hidram. Dapat disimpulkan bahwa semakin sedikit jumlah ketukan maka berpengaruh pada efisiensi kinerja pompa hidram yang semakin besar. Hal tersebut dikarenakan ketika jumlah ketukan semakin sedikit maka waktu yang digunakan untuk mengangkat air ke discharge semakin cepat. Pada jarak tabung udara dengan katup hantar jarak 35 cm menghasilkan efisiensi terbesar dengan nilai 33,08 %, kemudian efisiensi terkecil pada jarak katup hantar 20 cm dengan nilai 31,11%.

PENUTUP Simpulan

- Terdapat pengaruh jarak tabung udara dengan katup hantar terhadap kapasitas discharge yang dihasilkan pompa hidram. Besarnya kapasitas discharge tiap variasi jarak tabung udara dengan katup hantar 20 cm, 25 cm, 30 cm, 35 cm dan 40 cm. yang terbesar terdapat pada jarak 35 cm yaitu dengan hasil kapasitas discharge 7,31 L/min dan kapasitas limbah 4,3 L/min sedangkan hasil terendah terdapat pada jarak 20 cm dengan hasil kapasitas discharge 3,21 L/min dan kapasitas limbah 5,5L/min.
- Terdapat pengaruh jarak tabung udara dengan katup hantar terhadap efisiensi pompa hidram. Pada jarak katup hantar dengan tabung udara jarak 35 cm menghasilkan efisiensi terbaik 33.08%. kemudian efisiensi terendah pada posisi jarak katup hantar dengan tabung udara posisi 20 cm dengan efisiensi 31.11%. hal ini menunjukkan pada posisi jarak katup hantar dengan tabung udara posisi 35 cm merupakan posisi jarak yang optimal dalam menghasilkan hantaman *water hammer* yang stabil. Sehingga waktu yang dibutuhkan untuk mengangkat air lebih cepat dan menghasilkan efisiensi yang paling besar.

Saran

- Penelitian dan pengembangan pompa hidram untuk masa-masa yang akan datang sangat diperlukan, mengingat masih banyak faktor-faktor yang dapat meningkatkan performa sebuah pompa hidram untuk diteliti.
- Dalam perencanaan pompa hidram perlu diperhatikan jarak jarak tabung udara dengan katup hantar yang sesuai untuk mendapatkan rancangan pompa hidram yang optimal. jarak tabung udara dengan katup hantar yang tidak tepat akan mempengaruhi jumlah kapasitas yang dihasilkan dan juga efisiensi pompa hidram.
- Untuk penelitian selanjutnya diharapkan melakukan eksperimen pengujian performa pompa hidram untuk menampilkan visualisasi aliran fluida menggunakan bahan yang transparan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, Dhanurendra Priambodo dan Arsana, I Made, 2013. *Pengaruh Temperatur Fluida Masuk Terhadap Kapasitas Penukar Panas Jenis Pambuluh dan Kawat Pada Konveksi Bebas*. Vol. 1 No. 2. Hal. 80-85.
- Budi, Doni Prasetyo, 2017. *Pengaruh Berat Katup Buang Terhadap Kinerja Dan Visualisasi Aliran Pada Pompa Hidram Model T*. Surabaya. Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya.
- Fajri, Mohamad. dan Maliwemu, Erich UK. 2015. *Pengaruh Diameter Katup Limbah Dan Jarak Antara Katup Limbah Dengan Katup Penghantar Terhadap Efisiensi Pompa Hidram*. Kupang NTT. Teknik Mesin Universitas Nusa Cendana
- Irawan, teguh. Dkk. 2016. *Pengaruh Volume Tabung Udara Dan Beban Katup Buang Dengan Jarak Katup Delivery 2 Cm Terhadap Kinerja Pompa Hidram*.
- Jati, Yohanes Yojana, 2015. *Debit Hasil Pompa Hidram Pvc 2 Inci Pada Tinggi Outpu 3,91 M, 4,91 M Dan 5,91 M Dengan Variasi Tinggi Input, Panjang Langkah Katup Limbah Dan Berat Beban Katup Limbah*. Yogyakarta. Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
- Kurniawan, Laili Bagus dan Arsana, I Made. 2017. *Studi perbandingan Efektifitas Heat Exchannger Tipe Shell and Tube Dengan Helical Baffle Dan Double Segmental Baffle*. Surabaya. Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya.
- Menon, e. Shasi. *Liquid Pipeline Hydraulics*. Lake Havasu City Arizona, U.S.A *Systek Technologies, Inc*
- Priyanto, eko singgih dan Ridwan. 2008 *Fluid Flow Analysis In Pipe Diameter 12,7 Mm Acryling (0,5 Inches) And 38.1 Mm (1,5 Inch)*. Depok. Teknik Mesin Universitas Gunadarma.
- Samsudin, Anis. dan Karnowo. 2008. *Dasar Pompa*. Semarang: PKUPT UNNES/Pusat Penamin Mutu.
- San, Gan Shu. dan Santoso. 2002. *Studi Karakteristik Tabung Udara dan Beban Katup Limbah Terhadap Efisiensi Pompa Hydraulic Ram*. Surabaya. Teknik Mesin Petra.
- Setyawan, Aris Eko dan Siregar, Indra Herlamba. 2015. *Uji Eksperimental Pengaruh Berat Katup Limbah dan Ketinggian Discharge Terhadap Kinerja Pomba Hidram*. Surabaya. Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya. Vol. 03. No. 03. Hal. 25-31.
- Silla, Charles. Dkk. 2014. *Pengaruh Diameter Tabung Udara dan Jarak Lubang Pipa Tekan dengan Katup Pengantar terhadap Efisiensi Pompa Hidram*.
- Siregar, Indra Herlamba. 2014. *Pompa Kompresor*. Surabaya. Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya.
- Sofwan, Mokhammad dan Siregar, Indra Herlamba 2015. *Uji Eksperimental Pengaruh Ketinggian Terjunan Dan Volume Tabung Udara Terhadap Kinerja Pompa Hidram*. Surabaya. Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya. Vol. 03. No. 03. Hal. 16-24.
- Supriyanto, Asep. Dan Irawan. 2017. *Pengaruh Variasi Jarak Sumbu Katup Limbah Dengan Sumbu Tabung Udara Terhadap Efisiensi Pompa Hidram*.
- Supardi Dan Renwarin, Max Millian. 2015. *Pengaruh Variasi Debit Aliran Dan Pipa Isap (Sectian) Terhadap Karak Teristik Pompa Sentrifugal Yang Dioperasikan Secara Paralel*. Surabaya. Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945.
- Taufiq, Mohammad. Dkk 2016. *Pengaruh Variasi Jarak Kerja Katup Penghantar (Delivery Valve) Terhadap Kinerja Pompa Hidram*.
- Tim Penyusun. 2014. *Pedoman Penulisan Skripsi Program Sarjana Strata 1 Universitas Negeri Surabaya*. Universitas Negeri Surabaya: Surabaya.

Yahya, M, alfarizi. dan Siregar, Indra Herlamba
2015. *Pengaruh Diameter Pipa Pada Panjang
Pipa Inlet Terhadap Kinerja Pompa Hidram*.
Surabaya. Teknik Mesin Universitas
Negeri Surabaya. Vol. 03. No. 03. Hal. 72-
78.

