

PENGARUH PERBEDAAN SUDUT PADA KATUP BUANG DAN KETINGGIAN PIPA OUTPUT TERHADAP KINERJA POMPA HIDRAM

Muhammad Bagus Hendrawan

Teknik Mesin Konversi Energi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: muhmaddhendrawan@mhs.unesa.ac.id

Indra Herlamba Siregar

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: indrasiregar@unesa.ac.id

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 perbedaan sudut pada katup buang dan ketinggian pipa *output* terhadap kinerja pompa hidram. Pompa hidram yang digunakan dalam penelitian ini berdiameter 2 inch, dengan Panjang *inlet* 4 m dan diameter pipa *discharge* 0,5 inch, menggunakan volume tabung udara 0,0056 m³, variasi sudut katup adalah 45°, 55°, 65°, dan 75°. Hasil penelitian ini diperoleh bahwa pada perancangan pompa hidram didapatkan hasil yang paling optimal adalah pada sudut 45° dengan ketinggian *discharge* 5 m, volume tabung udara 0,0056 m³. Dengan kapasitas *discharge* 1,6 × 10⁻⁴, efisiensi pompa hidram 22,33% sedangkan efisiensi terendah yaitu pada sudut katup 75° dengan nilai efisiensi 16,30% dan kapasitas *discharge* 1,6 × 10⁻⁴.

Kata Kunci: Pompa Hidram, Sudut Katup, Tinggi *Output*, Efisiensi.

Abstract

Water is one of the most important resources and needed in our everyday life, especially for humans, animals, and plants. To move water from the source to the desired place, a water pump is needed. In operation, the water pump requires electrical energy or fuel oil. The increasing demand for fuel oil results in increasingly scarce and expensive fuel oil. So, we need a solution to this problem, one of them is the hydram pump. This research is using experimental method. The method of data analysis in this study uses quantitative descriptive statistics analysis, which describes the results of the study graphically in tables and graphs. The purpose of this study is to determine the effect of angle differences in the exhaust valve and elevations of the output pipe on the performance of the hydram pump. The hydram pump used in this study has a diameter of 2 inches, with an inlet length of 4 m and a discharge pipe diameter of 0.5 inch, using an air tube volume of 0.0056 m³, the angle variation of the exhaust valve is 45°, 55°, 65°, 75°. The results of this study show that in the hydram pump design, the optimal result is obtained at an angle of 45° with a discharge elevation of 5 m, the volume of the air tube is 0.0056 m³. With a discharge capacity of 1.6 × 10⁻⁴, the efficiency of the hydram pump is 22.33%, while the lowest efficiency is at an angle of 75° with an efficiency value of 16.30% and a discharge capacity of 1.6 × 10⁻⁴.

Keywords : hydram pump, Valve Angle, Output Pipe, 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 pemeliharaannya 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 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 inchi. Sehingga efisiensi pompa paling maksimal menggunakan volume tabung $0,0028 \text{ m}^3$ dengan efisiensi sebesar 40%.

Penelitian juga 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 inchi 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 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 $0,0041 \text{ m}^3/\text{detik}$ dengan efisien 14% pada jarak 0,35 m mendapatkan debit output $0,0026 \text{ m}^3 / \text{detik}$ dengan efisiensi 9% dan

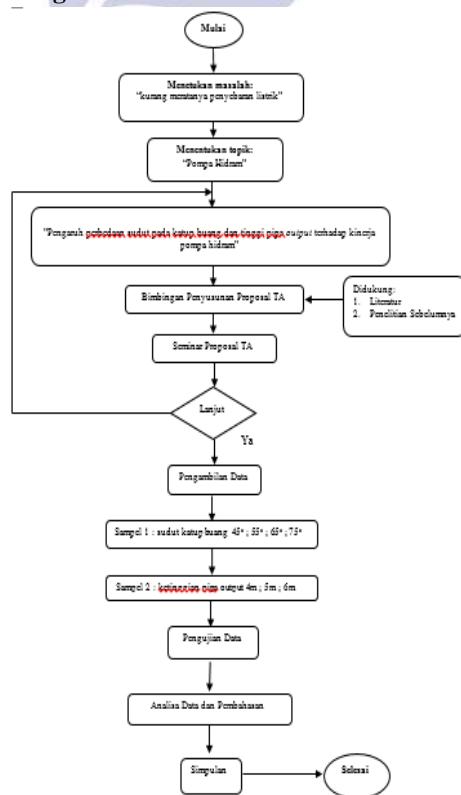
3 pada jarak 0,45 m mendapatkan debit output $0,0023 \text{ m}^3/\text{detik}$ dengan efisiensi 7%.

Penelitian yang dilakukan oleh Fajri dan Maliwemu (2015) yang berjudul “Pengaruh Diameter Katup Limbah dan Jarak Antara Katup Limbah dengan Katup Penghantar Terhadap Efisiensi Pompa Hidram”. Dari penelitian tersebut diperoleh hasil bahwa faktor perubahan diameter katup limbah dan jarak antara katup limbah dan katup penghantar berpengaruh pada *Efisiensi* pompa. *Efisiensi* tertinggi dari hasil eksperimen pada pompa hidram pada diameter katup limbah 0.041 m dan jarak antara katup 0.130 m dengan *efisiensi* 79,7535% pada *efisiensi D'Aubussion*.

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 alur 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 :

- besar sudut pada katup buang 45° ; 55° ; 65° ; 75°
- variasi ketinggian pipa output 4 meter ; 5 meter ; 6 meter

- 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

Peralatan dan Instrumen Penelitian

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

- Pompa hidram

- Bak penampung sebagai sumber air

- Dudukan bak sumber air

- Bak air

- Hand tally counter

- Pressure gauge

- Gelas ukur

- Stop watch

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 3.9 Skema Pompa Hidram
Sumber : Dokumentasi

Keterangan :

- | | |
|-------------------|---------------------|
| 1. Tandon | 6. Output |
| 2. Foot valve | 7. Pressure gauge 2 |
| 3. Saluran input | 8. Tabung Udara |
| 4. Dudukan tandon | 9. Katup buang |
| 5. Pressure gauge | 10. Katup hantar |

- Tahap Perancangan.

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

- Menetukan diameter pipa masukan

Dalam penenlitian ini, merupakan variabel yang telah ditentukan yaitu tinggi permukaan sumber air adalah 4 m dari tanah dan volume tabung udara 0,0056 m³.

- Menentukan diameter pipa keluaran.
- Penelitian ini menggunakan *inlet* berbahan PVC dengan diameter pipa 2 inchi. Pipa ini nantinya akan menyalurkan air dari bak penampung air menuju rumah pompa.
- Menentukan variasi perbedaan sudut pada katup buang.
- Dalam penelitian ini variasi sudut 45°, 55°, 65° dan 75°.
- Menentukan variasi tinggi pipa output.
- Dalam penelitian ini variasi tinggi 4m, 5m, dan 6m.
- Menentukan diameter *discharge*
- Pada penelitian ini menggunakan PVC yang berdiameter 2 inchi dan panjang 4m.

• Prosedur Pengujian

- Mempertahankan permukaan sumber air tetap konstan. dengan ketinggian 4 m.
- Mengalirkan air dari sumber dengan menggunakan diameter inlet 2 inchi yang dikombinasikan dengan volume tabung udara 0,0056 m³.
- Pada kondisi diatas kemudian divariasikan dengan sudut katup buang 1, sudut katup 2, sudut katup 3, sudut katup 4 dan tinggi pipa output 1, tinggi pipa output 2, tinggi pipa output 3. Yang nantinya akan dicari efisiensi dan kapasitas terbaik.

Perhitungan dan Analisa Data

Pengambilan data dilakukan pada ketinggian sumber air 3 m, ketinggian discharge 4 m, 5 m, 6 m. Panjang inlet 4 m, diameter 2 inchi, volume tabung udara 0,0056 m³, variasi sudut pada katup buang 45°, 55°, 65° dan 75°. Berikut contoh perhitungan daya dan efisiensi pompa hidram pada sudut 55° dan ketinggian 4m.

- Daya Fluida Inlet

$$P_{in} = \gamma X Q_t X H_{tinlet}$$

$$= 9777 \frac{N}{m^3} \times 9,180389 \frac{m^3}{s} \times 0,001044 m$$

$$= 93,78 W$$

- Daya Fluida Discharge

$$P_{disc} = \gamma X Q_d X H_{tdis}$$

$$= 9777 \frac{N}{m^3} \times 8,287975 \frac{m^3}{s} \times 0,00025 m$$

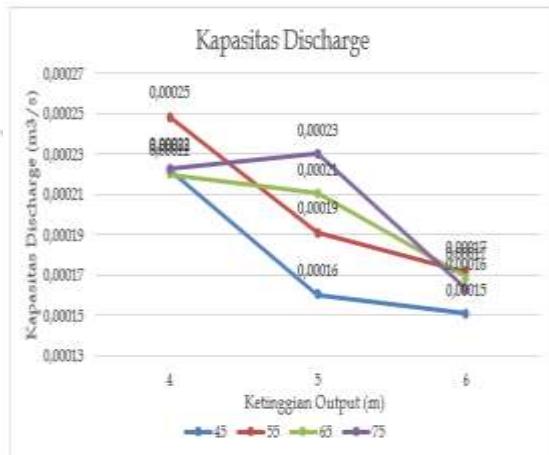
$$= 20,16 W$$

- Efisiensi

$$\begin{aligned}\eta P &= \frac{P_{out}}{P_{in}} (100\%) \\ &= \frac{20,16 W}{93,78 W} (100\%) \\ &= 21,50 \%\end{aligned}$$

Analisa

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



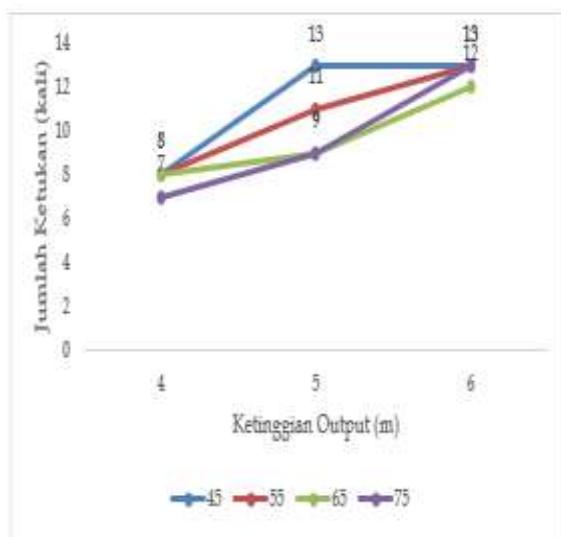
Gambar 4.1 Grafik kapasitas *discharge* dengan sudut Output 45, 55, 65, dan 75°.

Dari grafik gambar 4.1 hubungan antara kapasitas *discharge* pompa hidram, susunan sudut katup 45°, 55°, 65°, dan 75° terhadap ketinggian pipa outlet. Dari grafik diatas menunjukkan bahwa kapasitas *discharge* dipengaruhi oleh susunan pompa hidram dapat diamati bahwa perbedaan sudut pada katup outlet mengalami penurunan kapasitas *discharge* yang diakibatkan adanya perbedaan sudut atau peningkatan sudut pada katup outlet sehingga debit air yang dipompa semakin sedikit. Dengan semakin besar sudut maka tingkat kinerja pompa semakin berat dan membutuhkan tenaga yang lebih besar, sedangkan semakin tinggi pipa outlet maka tingkat kinerja pompa semakin berat akibat dari pengaruh gaya gravitasi bumi.

Dari data diatas diperoleh kapasitas *discharge* tiap variasi sudut pada katup outlet 45°, 55°, 65° dan 75° yang paling baik adalah posisi katup 55° dengan hasil pada ketinggian 4 m yaitu $2,5 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$.

Sedangkan pada sudut 75^0 kapasitas discharge terendah dengan hasil sebagai berikut, pada ketinggian 4m kapasitas discharge yang dihasilkan $2,2 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$.

- Jumlah ketukan katup limbah terhadap jsudut katup limbah dan ketinggian outlet pompa hidram.



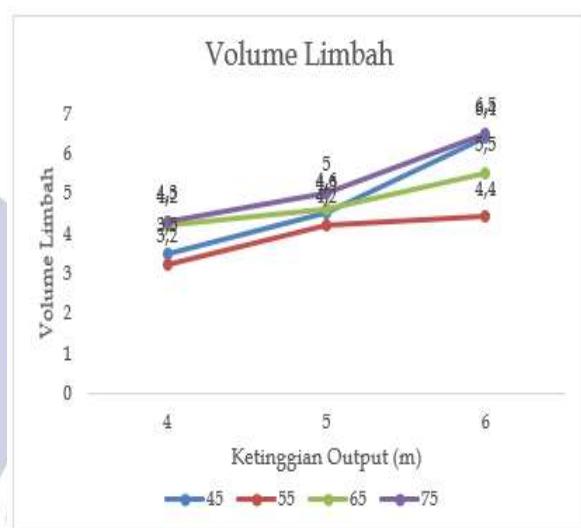
Gambar 4.2 Grafik jumlah ketukan katup limbah pompa hidram .

Dari Grafik Gambar 4.2 hubungan antara jumlah ketukan pompa hidram susunan sudut katup 45^0 , 55^0 , 65^0 dan 75^0 terhadap ketinggian pipa *Outlet* pompa hidram menunjukkan bahwa jumlah ketukan dipengaruhi oleh perbedaan sudut pada katup limbah pompa hidram.

Berdasarkan grafik diatas bahwa dari keempat variasi sudut katup limbah dengan ketinggian *Outlet* menunjukkan jumlah ketukan terbanyak terdapat pada sudut 45^0 . Kemudian jumlah ketukan terbesar diikuti pada sudut 55^0 , 65^0 dan 75^0 . Hal tersebut disebabkan karena semakin besar posisi sudut katup buang maka akan dibutuhkan tenaga yang lebih besar untuk mengisikan air di katup hantar dan membutuhkan tenaga yang lebih juga untuk menaikkan air ke *discharge* pompa hidram. Fungsi dari ketukan ini sebagai penambah debit air yang masuk ke dalam pompa untuk mengisi pipa

outlet dengan jumlah dan ketinggian yang ditentukan. Jadi pengaruh banyak dan sedikitnya jumlah ketukan katup limbah tergantung dari besarnya sudut katup dan ketinggian pipa outlet.

- Volume limbah terhadap sudut katup limbah dan ketinggian *outlet* pompa hidram.



Gambar 4.3 Grafik Volume limbah terhadap sudut katup limbah dan ketinggian pipa *outlet* pompa hidram.

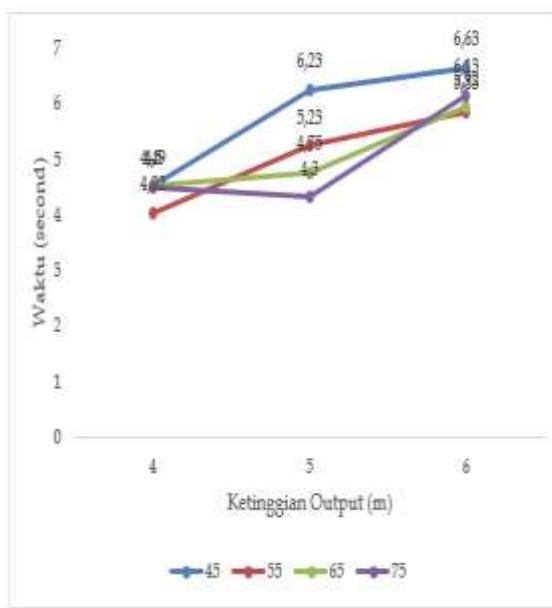
Dari Grafik Gambar 4.3 hubungan antara volume limbah dengan variasi sudut katup limbah terhadap ketiggian pipa *outlet*. Pada gambar 4.3 mendapatkan volume limbah paling sedikit yaitu 3,2 liter pada pompa 55^0 dan untuk pompa 75^0 menghasilakan limbah paling banyak yaitu 4,3 liter, jadi semakin besar sudut maka akan dibutuhkan tenaga yang lebih besar begitu juga dengan semakin tingginya pipa *outlet* pompa maka membutuhkan tekanan yang lebih agar mencapai titik yang diinginkan. Ditandai dengan banyaknya jumlah ketukan pada katup limbah yang mengakibatkan volume limbah yang semakin banyak.

Jadi volume limbah pompa ini berbanding lurus dengan jumlah ketukan pompa. Dengan adanya variasi jumlah dan ketinggian *outlet* dapat mempengaruhi volume limbah pompa.

Hasil ini juga diamati berdasarkan Gambar

4.2 Jadi ketika jumlah ketukan semakin banyak maka jumlah limbah yang dihasilkan semakin besar.

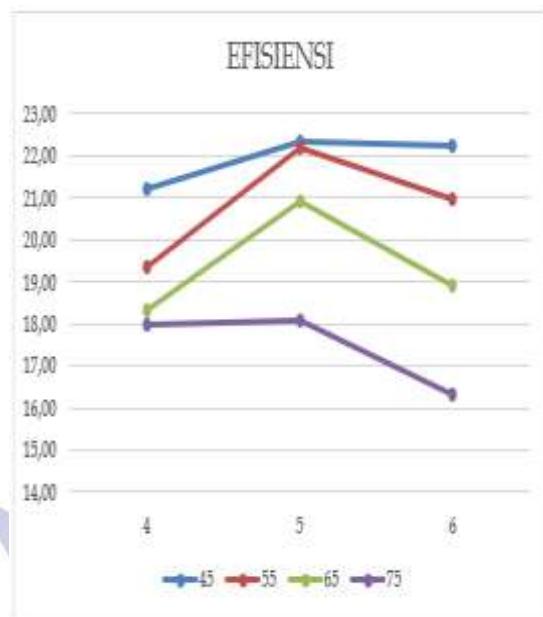
- Waktu pemompaan terhadap sudut katup buang dan ketinggian *outlet* pompa hidram.



Gambar 4.4 Grafik waktu pemompaan terhadap sudut katup buang dan ketinggian *outlet* pompa hidram.

Dari gambar 4.4 diatas menunjukkan pengaruh sudut katup buang dan ketinggian *outlet* terhadap perbedaan waktu yang dibutuhkan untuk mengangkat 1 liter air. Dari keempat variasi dapat diamati bahwa waktu paling sedikit yang dibutuhkan untuk mengangkat 1 liter air terdapat pada sudut 55^0 . Hal ini disebabkan karena pada sudut 55^0 jumlah ketukannya yang paling sedikit, sehingga jumlah air yang terangkat hanya membutuhkan waktu yang relatif singkat.

- Efisiensi pemompaan variasi sudut katup buang terhadap ketinggian pipa *outlet* pompa hidram



Gambar 4.5 Grafik Efisiensi pemompaan variasi sudut katup buang terhadap ketinggian pipa *outlet* pompa hidram.

Dari gambar 4.5 menunjukkan pengaruh sudut pada katup limbah dengan ketinggian *outlet* terhadap perubahan efisiensi pompa hidram. Dari grafik diatas dapat diamati bahwa dari keempat variasi sudut katup limbah dengan ketinggian *outlet* menunjukkan efisiensi terbaik terdapat pada sudut katup 45^0 dan ketinggian *outlet* 5m. Tetapi pada sudut 75^0 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 sudut katup 45^0 menghasilkan efisiensi 22,33%, kemudian pada sudut katup 75^0 menghasilkan efisiensi 18,06%.

PENUTUP

Simpulan

- Terdapat pengaruh perbedaan sudut pada katup buang dan ketinggian pipa *output* terhadap efisiensi pompa hidram. Pada sudut katup buang 45^0 dan ketinggian *outlet* 5m menghasilkan efisiensi terbaik 22,33%. Kemudian efisiensi terendah adalah pada sudut 75^0 dengan efisiensi 16,30%. Hal ini menunjukkan pada posisi sudut katup buang 45^0 merupakan posisi sudut yang optimal dalam menghasilkan hantaman palu air *water hammer* yang stabil. Sehingga waktu yang dibutuhkan untuk mengangkat air lebih cepat dan menghasilkan efisiensi yang paling besar.
- Terdapat pengaruh perbedaan sudut pada katup buang dan ketinggian pipa *output* terhadap kapasitas *discharge* yang dihasilkan pompa hidram. Besarnya kapasitas *discharge* tiap variasi sudut pada katup buang 45^0 , 55^0 , 65^0 dan 75^0 . Yang terbaik terdapat pada sudut 55^0 yaitu dengan hasil kapasitas *discharge* $2,5 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ dan volume limbah $3,2 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$, sedangkan hasil terendah terdapat pada sudut 75^0 dengan hasil kapasitas *discharge* $1,6 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ dan volume limbah $6,5 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$.

Saran

- Dalam perencanaan pompa hidram perlu diperhatikan posisi dan sudut katup buang yang sesuai untuk mendapatkan rancangan pompa hidram yang efisien. Pemilihan sudut katup buang yang tidak tepat akan mempengaruhi jumlah kapasitas yang dihasilkan dan juga efisiensi pompa hidram.
- 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, misalnya penggunaan desain katup limbah lain, dan juga bahan untuk pembuatan rumah pompa hidram lain.

- Untuk penelitian selanjutnya diharapkan melakukan *experimen* 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 Pembuluh dan Kawat Pada Konveksi Bebas.* Vol. 1 No. 2. Hal. 80-85.
- Budi, Doni Prasetio, 2017. *Pengaruh Berat Katup Buang Terhadap Kenerja 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
- 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.
- Priambodo, Rizky. 2019 *Perbandingan Karakteristik Pompa Hidram Susunan Tunggal Dan Ganda Dengan Jumlah dan Tinggi Pipa Outlet.* Surabaya. Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya.

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.

Raynaldi, Dicky. 2019 *Pengaruh Jarak Tabung Udara Dengan Katub Hantar Tipe Horizontal Terhadap Kinerja Pompa Hidram*. Surabaya. Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya.

Setyawan, Aris Eko dan Siregar, Indra Herlamba. 2015. *Uji Eksperimental Pengaruh Berat Katup Limbah dan Ketinggian Discharge Terhadap Kinerja Pompa Hidram*. Surabaya. Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya. Vol. 03. No. 03. Hal. 25-31.

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*.

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.

