

PERBANDINGAN KARAKTERISTIK POMPA HIDRAM SUSUNAN TUNGGAL DAN GANDA DENGAN JUMLAH DAN TINGGI PIPA OUTLET

RIZKY PRIAMBODO

Teknik Mesin Konversi Energi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: rizkypriambodo@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 kebutuhan yang sangat penting dan juga diperlukan dalam kehidupan manusia. Kebutuhan air yang sangat banyak juga sangat diperlukan dan dapat menimbulkan permasalahan baru, khususnya bagi masyarakat daerah dataran tinggi yang sulit mendapatkan sumber air atau dengan sumber air yang lebih rendah, sehingga untuk mendapatkannya dibutuhkan usaha yang lebih berat karena harus diangkat melalui jalan yang menurun dan menanjak. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. 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 5 inch, dengan sudut kemiringan 45° panjang inlet 6 m dan diameter pipa discharge 0,5 inch, menggunakan volume tabung udara 0,0056 m³, variasi susunan pompa tunggal dan ganda dengan jumlah outlet 1, 2, dan 3 serta tinggi outlet 4 m, 5 m, 6 m, dan 7 m. Hasil penelitian ini diperoleh bahwa pada perancangan pompa hidram susunan tunggal dan ganda didapatkan hasil yang paling optimal adalah pada pompa hidram susunan tunggal dengan jumlah pipa outlet 1 pada ketinggian pipa outlet 4 m, volume tabung udara 0,0056 m³. Dengan kapasitas discharge 0,00047 m³/s, dan efisiensi pompa hidram 51,20% sedangkan efisiensi terendah yaitu pada pompa hidram susunan ganda dengan jumlah pipa outlet 3 pada ketinggian pipa outlet 7 m dengan nilai efisiensi sebesar 7,12% dan kapasitas discharge 0,00007 m³/s.

.Kata Kunci: Pompa Hidram Tunggal, Ganda, Efisiensi.

Abstract

Water is one of the factors that is very important and also needed in human life. Very large water needs are also very much needed and can cause new problems, especially for highland people who find it difficult to get water sources or with lower water sources. So to get it requires a heavier effort because it must be lifted through a downhill and uphill road. This research is using experimental method. Data analysis techniques in this study used quantitative descriptive statistical data analysis, namely the results of graphical research in tables and graphs. This study was conducted to determine the comparison of hydram pumps arranged single and double with the number of outlet pipes and the height of the outlet pipes that have been determined on the performance of the hydram pump. The hydram pump used in this study is 5 inch in diameter, with a 45° slope angle of 6 m inlet length and 0,5 inch discharge pipe diameter, using a volume of air tube 0,0056 m³, variations of single and double array hydram pumps with a number of outlets 1, 2 and 3 as well as 4 m, 5 m, 6 m and 7 m outlet height. The results of this study were obtained that the design of the single and double array hydram pumps obtained the most optimal results were the single array hydram pump with the number of outlet pipes 1 at the height of the outlet pipe 4 m, the volume of air tubes 0,0056 m³. With a discharge capacity of 0,00047 m³ / s, and a hydram pump efficiency of 51.20%. while the lowest efficiency is in a dual arrangement hydram pump with the number of outlet pipes 3 at the height of outlet pipes 7 m with an efficiency value of 7.12% and a discharge capacity of 0.00007 m³ / s.

Keywords: Single, Dual, Hydram Pump Efficiency.

PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu faktor kebutuhan yang sangat penting dan juga diperlukan dalam kehidupan manusia. Kebutuhan air yang sangat banyak juga sangat diperlukan dan dapat menimbulkan permasalahan baru, khususnya bagi masyarakat daerah dataran tinggi yang sulit mendapatkan sumber air atau dengan sumber air yang lebih rendah maupun perdesaan yang belum

terjangkau listrik. Sehingga untuk mendapatkannya dibutuhkan usaha yang lebih berat karena harus diangkat melalui jalan yang menurun ataupun menanjak.

Pompa adalah peralatan mekanis untuk mengubah energi mekanik dari mesin penggerak pompa menjadi energi tekanan fluida yang dapat membantu

memindahkan fluida dari tempat rendah ke tempat yang lebih tinggi.

Untuk menyelesaikan masalah tersebut dapat dilakukan menggunakan pompa yang tidak memerlukan energi luar sebagai sumber tenaga penggerak utama yaitu dengan pompa hidram. Pompa hidram merupakan alat yang digunakan untuk menaikkan air dari tempat rendah ke tempat yang lebih tinggi dengan prinsip palu air. Pompa hidram memiliki beberapa keunggulan yaitu tidak membutuhkan energi listrik atau bahan bakar, tidak membutuhkan pelumasan, biaya pembuatan dan pemeliharaannya relatif murah serta konstruksi yang mudah. Dalam aplikasinya, efisiensi pompa hidram masih perlu ditingkatkan karena air yang terbuang terlalu banyak dibandingkan air yang dihasilkan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk merancang pompa hidram yang efektif dan efisien.

Dari hasil jurnal penelitian terdahulu tentang pompa hidram yang telah peneliti baca, bahwa pompa hidram ini sudah lama dibuat dalam rangka penelitian maupun inovasi teknologi yang sangat membantu masyarakat yang kekurangan air bersih maupun masyarakat di daerah pengunungan ataupun dataran tinggi yang sangat sulit untuk mendapatkan air serta listrik.

Penelitian Limbong (2011) dengan judul “Analisa Unjuk Kerja Pompa Hidram Paralel Dengan Variasi Berat Beban dan Panjang Langkah Katup Limbah” dalam penelitiannya menunjukkan bahwa penelitian dan analisis yang telah dilakukan faktor beban dan panjang katup limbah berpengaruh pada efisiensi pompa hidram 55,30% dan kapasitas pompa 11,5 m³/s dan kapasitas air terbuang 9,4 m³/s.

Penelitian Citramurti dkk. (2015) dengan judul “Pengaruh Beban Katup Buang Dibawah 450 gram Menggunakan Panjang *Input* 4 m dan ketinggian *output* 10 m Terhadap Kinerja Pompa Hidram” dalam penelitiannya menunjukkan bahwa variasi beban katub sangat berpengaruh terhadap efisiensi pemompaan pompa hidram. Hasil efisiensi terbaik adalah dengan menggunakan berat katub buang sebesar 50 gram.

Penelitian Budi (2017) dengan judul “Pengaruh Katup Buang Terhadap Kinerja dan Visualisasi Aliran Pada Pompa Hidram Model T” dalam penelitiannya menunjukkan bahwa kapasitas pompa di pengaruhi oleh berat katup buang. Semakin berat beban katup dan tinggi *discharge* maka tinggi *discharge* dan kapasitas *discharge* semakin sedikit. Yang diakibatkan oleh *head loss mayor* dan beban air untuk diangkat melawan gravitasi bumi.

Penelitian Setiawan (2017) dengan judul “Pengaruh Jarak Pipa *Outlet* Dengan Katup Diafragma

Terhadap Kinerja dan Visualisasi Aliran Pada Pompa Hidram Model T” dalam penelitiannya menunjukkan bahwa kapasitas pompa di pengaruhi oleh jarak pipa *outlet* pada diafragma dengan katup hantar. Jarak ketinggian *outlet* pada tabung diafragma sangat berpengaruh, yaitu ditunjukan dengan kapasitas *discharge* yang paling besar dengan menggunakan jarak 4 cm.

Penelitian Rasheta (2017) dengan judul “Pengaruh Berat Katup Diafragma Terhadap Kinerja dan Visualisasi Proses Aliran Pada Pompa Hidram Model T” dalam penelitiannya menunjukkan kapasitas pompa di pengaruhi oleh berat katub diafragma. Semakin berat katub diafragma maka semakin banyaknya air limbah yang keluar yang diakibatkan pada saat proses menutupnya dan membukanya katup diafragma terlalu cepat dan juga ketinggian *discharge* mempengaruhi kapasitas pompa, yang mana pada ketinggian *discharge* tertentu mempengaruhi besarnya *preassure* dan juga ketinggian air dalam tabung diafragma.

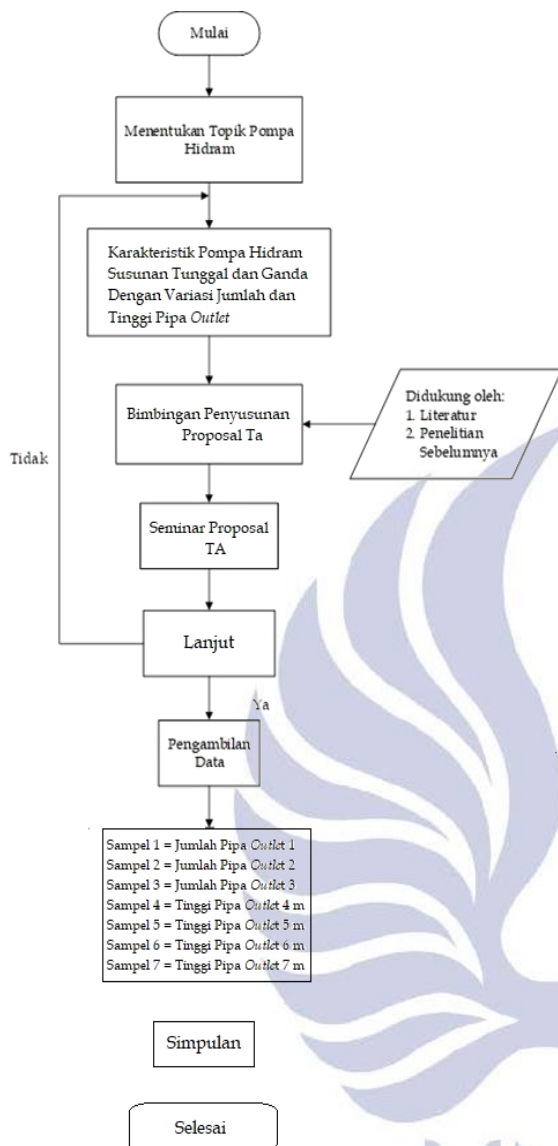
Penelitian Sitompul dan Hazwi (2014) dengan judul “Pengujian Pengaruh Variasi Panjang Langkah Katup Limbah Terhadap Unjuk Kerja Pompa Hidram” dalam penelitiannya menunjukkan bahwa *head supply* berpengaruh terhadap tekanan yang diakibatkan oleh palu air dan panjang katup limbah berpengaruh terhadap debit dan kecepatan aliran.

Sudah banyak penelitian yang mengangkat tentang kinerja dan efisiensi pompa hidram susunan tunggal, sehingga belum ada yang membahas tentang desain pompa hidram dengan susunan ganda pada pompa hidram. Dari setiap penelitian tentang kinerja dan efisiensi pompa hidram, sebagian besar pompa hidram dipengaruhi tinggi tabung udara dan panjang pipa *inlet*, karena tinggi tabung udara dan panjang pipa *inlet* sangat mempengaruhi efisiensi dan kapasitas dari pompa hidram.

Melihat pentingnya mengetahui efisiensi, kapasitas, serta ketinggian pipa *outlet* yang tersedia pada pompa hidram, maka pada desain pompa hidram susunan tunggal ini akan dibandingkan dengan pompa hidram susunan ganda. Oleh karena itu penulis mengangkat judul yang membahas tentang perbandingan desain pompa hidram susunan tunggal dan ganda yaitu “Perbandingan Karakteristik Pompa Hidram Susunan Tunggal dan Ganda Dengan Jumlah Dan Tinggi Pipa *Outlet*”.

METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

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
- Jumlah output 1, 2, dan 3
- Tinggi pipa output 4 m, 5 m, 6 m, dan 7 m.

Instrumen dan Alat Penelitian

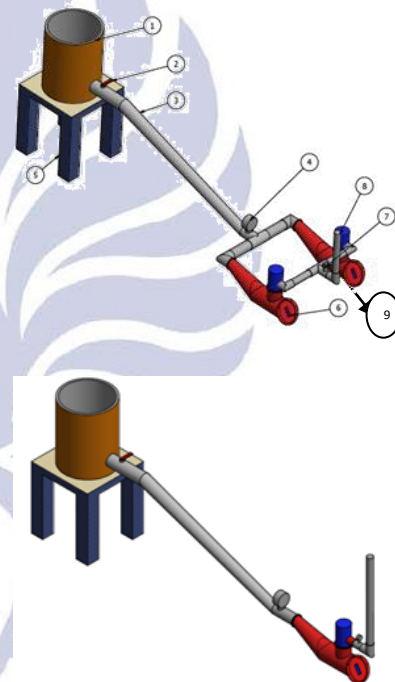
Dalam penelitian ini alat-alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

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. Foot Valve | 7. Output |
| 3. Input | 8. Tabung Udara |
| 4. Pressure Gauge | 9. Pressure Gauge |
| 5. Dudukan Tandon | |

• 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 3 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 panjang inlet
Pada penelitian ini panjang inlet adalah 2 m, bahan yang digunakan adalah PVC.
- Menentukan perbandingan pompa hidram susunan tunggal dan ganda
- Menentukan jumlah pipa discharge
Pada penelitian ini menggunakan jumlah pipa discharge 1, 2, dan 3 pada pompa susunan tunggal dan ganda.
- Menentukan diameter discharge
Pada penelitian ini menggunakan PVC yang berdiameter ½ inch dan panjang 4m, 5m, 6m, dan 7m.

• Prosedur Pengujian

- Mempertahankan permukaan sumber air tetap konstan. dengan ketinggian 3 m.
- Mengalirkan air dari sumber dengan menggunakan diameter inlet 2 inchi yang dikombinasikan dengan volume tabung udara 0,0056 m³.
- Pada kondisi diatas kemudian dibandingkan dengan susunan pompa hidram tunggal dan ganda dengan jumlah pipa discharge 1, 2, dan 3 serta ketinggian pipa discharge 4m, 5m, 6m, dan 7m. Yang nantinya akan dicari efisiensi dan kapasitas terbaik.

Perhitungan dan Analisis Data

Pengambilan data dilakukan pada ketinggian sumber air 3 m, jumlah pipa discharge 1, 2, dan 3 serta ketinggian pipa discharge 4 m, 5 m, 6 m, dan 7 m panjang inlet 6 m, diameter 2 inchi, volume tabung udara 0,0056 m³. Berikut contoh perhitungan Daya dan Efisiensi Pompa Hidram pada jarak 35 cm.

• Daya Fluida

- Daya Fluida *Inlet* Pompa Tunggal

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

$$= 9777 \frac{N}{m^3} \times 0,001421 \frac{m^3}{s} \times 5,787 m$$

$$= 78,25 W$$

- Daya Fluida *Inlet* Pompa Ganda

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

$$= 9777 \frac{N}{m^3} \times 0,001481 \frac{m^3}{s} \times 5,555 m$$

$$= 78,19 W$$

- Daya Fluida *Discharge* Pompa Tunggal

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

$$= 9777 \frac{N}{m^3} \times 0,00047 \frac{m^3}{s} \times 8,652 m$$

$$= 40,07 W$$

- Daya Fluida *Discharge* Pompa Ganda

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

$$= 9777 \frac{N}{m^3} \times 0,00037 \frac{m^3}{s} \times 8,152 m$$

$$= 27,36 W$$

- Efisiensi Pompa Tunggal

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

$$= \frac{40,07 W}{78,25 W} (100\%)$$

$$= 51,20 \%$$

- Efisiensi Pompa Ganda

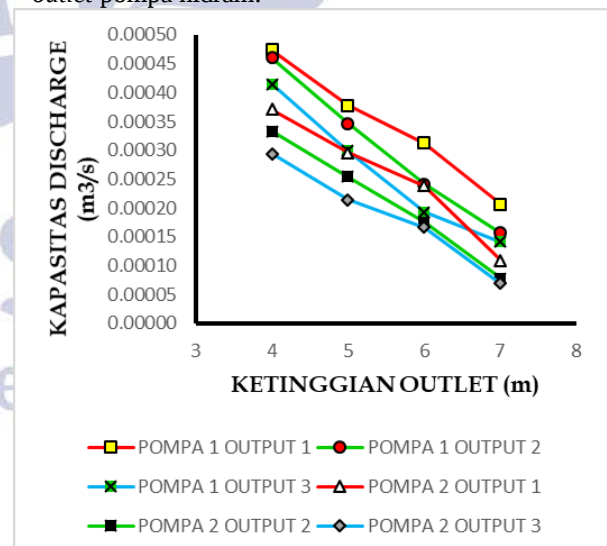
$$\eta P = \frac{P_{out}}{P_{in}} (100\%)$$

$$= \frac{27,36 W}{78,19 W} (100\%)$$

$$= 34,99 \%$$

Analisa

- Kapasitas Discharge terhadap pompa hidram susunan 1 dan 2 dengan jumlah dan ketinggian *outlet* pompa hidram.



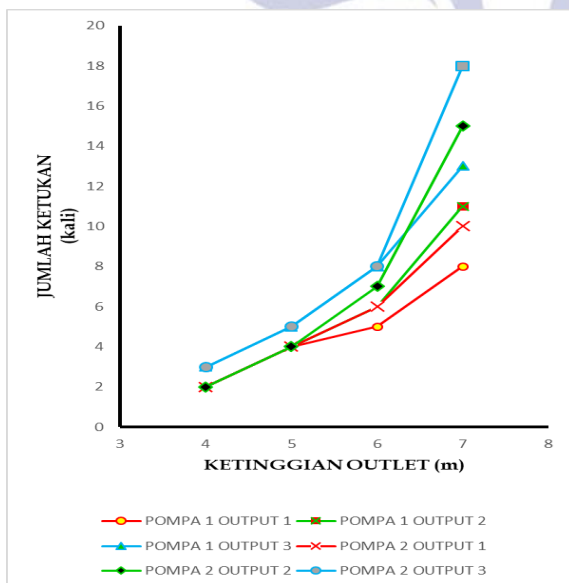
Gambar 4.1 Grafik kapasitas discharge terhadap perbandingan susunan pompa hidram.

Dari gambar 4.1 hubungan antara kapasitas *discharge* pompa hidram susunan 1 dan 2 terhadap ketinggian dan jumlah pipa *outlet*. Dari grafik diatas menunjukan bahwa kapasitas *discharge* dipengaruhi oleh susunan pompa hidram dapat diamati bahwa perbedaan jumlah

pompa mengalami penurunan kapasitas *discharge* yang diakibatkan adanya percabangan pada pipa *inlet* di pompa hidram susunan 2 sehingga debit air yang di pompakan semakin sedikit. Dengan semakin banyak jumlah pipa *outlet* pompa maka semakin banyak juga debit air yang mengisi pipa *discharge* pada tekanan dan debit air yang sama sehingga kapasitas *discharge* semakin menurun, sedangkan semakin tinggi pipa *outlet* maka tingkat kinerja pompa semakin berat akibat dari pengaruh gaya gravitasi bumi.

Dari data diatas diperoleh kapasitas *discharge* pompa hidram susunan 1 dan 2 pada ketinggian 4m, 5m, 6m, dan 7m dan jumlah pipa *outlet* 1, 2, dan 3 mendapatkan hasil terbaik yaitu 0,00047 m³/s pada pompa hidram susunan 1 dan 0,00037 m³/s pada pompa hidram susunan 2. Sedangkan kapasitas *discharge* terendah didapat pada ketinggian 7 m dengan jumlah pipa *outlet* 3 yaitu 0,00014 m³/s pada pompa hidram susunan 1 dan 0,00007 m³/s pada pompa hidram susunan 2. Jadi, adanya jumlah dan ketinggian pipa *outlet* mengakibatkan kenaikan dan penurunan kapasitas *discharge* terhadap variasi jumlah pompa

- Jumlah ketukan katup limbah terhadap pompa 1 dan 2 dengan jumlah dan ketinggian *outlet* pompa hidram.



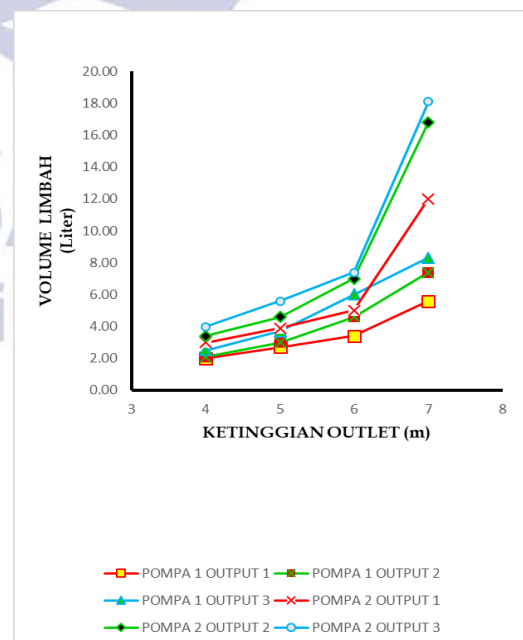
Gambar 4.2 Grafik jumlah ketukan katup limbah terhadap perbandingan susunan pompa hidram..

Dari gambar 4.2 jumlah ketukan dengan pengaruh susunan pompa hidram 1 dan 2 terhadap jumlah dan ketinggian pipa *outlet*. Pada gambar 4.2 menunjukan pompa hidram susunan 1 dan 2 pada ketinggian 4 m dan 5 m dengan jumlah pipa

outlet 1, 2, dan 3 mendapatkan jumlah ketukan yang sama yaitu 2 kali ketukan untuk ketinggian 4 m dan 4 kali ketukan untuk ketinggian 5 m, sedangkan pada jumlah pipa *outlet* 3 mendapatkan 3 kali ketukan untuk 4 m dan 5 kali ketukan untuk 5 m. Pada ketinggian 4 m dan 5 m kedua pompa mengalami ketukan yang sama tetapi kapasitas *discharge* yang dihasilkan lebih banyak pompa susunan 1 dibandingkan pompa susunan 2, karena pada pompa susunan 1 lebih mudah untuk menaikkan air akibat dari adanya percabangan pada pipa *suction* pada pompa hidram susunan 2. Pada gambar 4.2 pompa hidram susunan 1 dan susunan 2 mengalami kenaikan jumlah ketukan karena semakin banyak jumlah dan ketinggian pipa *outlet* yang mempengaruhi maka semakin banyak debit air yang dibutuhkan, sehingga kinerja pompa semakin berat yang dapat ditandai dengan semakin banyaknya jumlah ketukan.

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 banyaknya jumlah pompa dan jumlah serta ketinggian pipa *outlet*.

- Volume limbah terhadap pompa hidram susunan 1 dan 2 dengan jumlah dan ketinggian *outlet* pompa hidram.

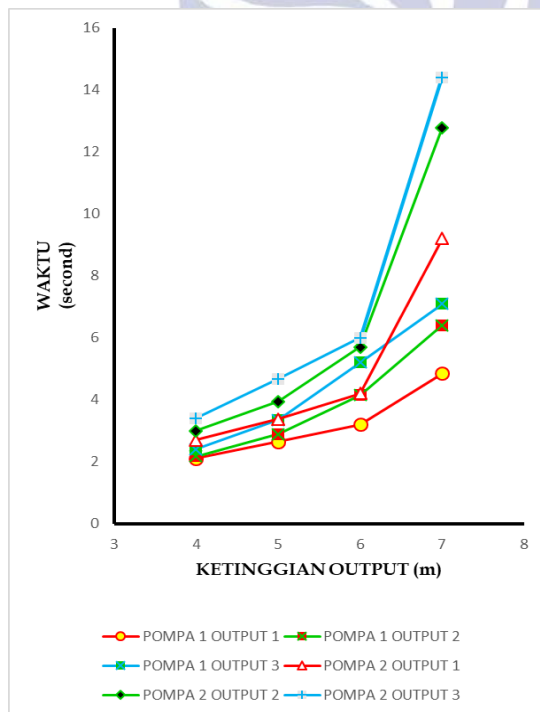


Gambar 4.3 Grafik kapasitas limbah terhadap perbandingan susunan pompa hidram.

Dari gambar 4.3 hubungan antara volume limbah dengan pompa hidram susunan 1 dan 2 terhadap jumlah dan ketinggian pipa *outlet*. Pada gambar 4.3 mendapatkan volume limbah paling sedikit yaitu 2 liter pada pompa susunan 1 sedangkan pada pompa susunan 2 mendapatkan volume limbah 3 liter tetapi pada ketinggian 4 m dan jumlah pipa *outlet* lebih dari satu mengalami kenaikan volume limbah. Semakin tinggi dan jumlah *outlet* pompa maka membutuhkan tekanan yang lebih agar mencapai titik yang ditentukan. Ditandai dengan banyaknya jumlah ketukan pada katup limbah yang mengakibatkan volume limbah 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. Sedangkan bertambahnya jumlah pompa hidram susunan 2 menyebabkan volume limbah pompa keluar sampai dua kali lipat. Hal ini dapat dilihat dari Gambar 4.2 jadi ketika jumlah ketukan semakin banyak maka volume limbah yang dihasilkan semakin besar.

- Waktu pemompaan terhadap pompa 1 dan 2 dengan jumlah dan ketinggian *outlet* pompa hidram.



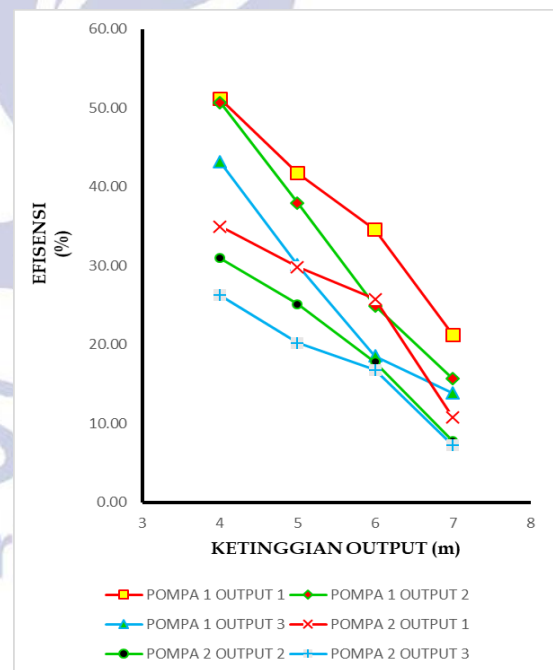
Gambar 4.4 Grafik waktu pemompaan terhadap perbandingan susunan pompa hidram.

Dari gambar 4.4 hubungan antara waktu dengan pompa hidram susunan 1 dan 2 terhadap jumlah dan ketinggian pipa *outlet*. Pada gambar 4.4 waktu yang dibutuhkan untuk mengangkat 1 liter air dari pompa hidram susunan 1 dan 2 pada

ketinggian 4m, 5m, 6m dan 7m dengan jumlah pipa *outlet* 1, 2, dan 3 dapat diamati bahwa waktu paling sedikit yang dibutuhkan untuk mengangkat 1 liter air terdapat pada pompa hidram susunan 1 pada ketinggian 4 m dengan jumlah pipa *outlet* 1. Hal ini disebabkan karena pada pompa hidram susunan 1 pada ketinggian 4 m dan jumlah pipa *outlet* 1 ketukannya yang paling sedikit dan tidak terjadi percabangan pada pipa *inlet*, sehingga jumlah air yang terangkat hanya membutuhkan waktu yang sangat relative singkat.

Waktu ini sangat berhubungan dengan jumlah ketukan, jumlah volume limbah yang dikeluarkan pompa dan kapasitas *discharge*. Dengan waktu yang lebih rendah maka dapat dikatakan pompa dalam kinerja yang baik karena dengan ketukan yang sedikit pompa hidram akan menghasilkan limbah yang lebih sedikit akan tetapi pompa hidram mendapatkan kapasitas *discharge* yang tinggi.

- Efisiensi Pompa tunggal dan ganda dengan jumlah dan ketinggian *outlet* pompa hidram.



Gambar 4.5 Grafik Efisiensi Pompa Terhadap susunan pompa hidram.

Dari gambar 4.5 menunjukkan pengaruh pompa hidram susunan 1 dan 2 dengan jumlah dan ketinggian *outlet* terhadap perubahan efisiensi pompa hidram. Dari grafik diatas dapat di amati bahwa dari pompa hidram susunan 1 dan 2 terhadap jumlah dan ketinggian pipa *outlet*, menunjukkan efisiensi terbesar terdapat pada pompa hidram susunan 1 pada jumlah *outlet* 1 dengan

ketinggian 4 m. Akan tetapi untuk pompa hidram susunan 2 pada jumlah dan ketinggian pipa outlet yang sama terjadi penurunan karena adanya titik balik dan titik optimal pada pompa hidram serta adanya percabangan pada pipa inlet pompa hidram susunan 2 yang menyebabkan terpecahnya debit air yang mengalir menuju 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 pompa hidram susunan 1 dan 2 dengan ketinggian 4m, 5m, 6m, dan 7m dan jumlah pipa outlet 1, 2, dan 3 untuk efisiensi terbaik didapatkan yaitu 51,20% dan untuk pompa dengan susunan 1 dan 34,99 % untuk pompa hidram susunan 2. Kemudian efisiensi terkecil terjadi pada pompa hidram susunan 2 pada ketinggian 7 m dengan jumlah pipa outlet 3 menghasilkan nilai 7,22%.

PENUTUP

Simpulan

- Terdapat pengaruh susunan pompa hidram tunggal dan ganda dengan ketinggian dan jumlah pipa outlet terhadap kapasitas discharge yang dihasilkan pompa hidram. Besarnya kapasitas discharge pompa hidram susunan tunggal dan ganda dengan tiap ketinggian outlet 4 m, 5 m, 6 m, dan 7 m jumlah pipa outlet 1, 2 dan 3 yang terbesar terdapat pada pompa susunan tunggal pada jumlah outlet 1 dengan ketinggian outlet 4 m yaitu deidapat hasil kapasitas discharge 0,00047 m³/s dan volume limbah 2 L sedangkan hasil terendah terdapat pada susunan pompa ganda pada ketinggian outlet 7 m dengan jumlah pipa outlet 3 dan dengan hasil kapasitas discharge 0,00007 m³/s dan volume limbah 18,10 L.
- Terdapat pengaruh efisiensi pada pompa hidram susunan tunggal dan ganda dengan ketinggian outlet dan jumlah pipa outlet terhadap efisiensi pompa hidram. Pada susunan pompa hidram tunggal dan ganda dengan ketinggian outlet 4 m, 5 m, 6 m, dan 7 m dan jumlah pipa outlet 1, 2, dan 3 menghasilkan efisiensi pompa hidram yang terbaik yaitu 51,20% dengan ketinggian outlet 4 m dan jumlah pipa outlet 1 pada pompa hidram susunan tunggal. Kemudian untuk efisiensi pompa hidram terendah terdapat pada pompa hidram susunan ganda dengan ketinggian outlet 7 m dan jumlah pipa outlet 3 m dengan efisiensi yaitu 7,22%. Hal ini menunjukan pada susunan pompa hidram tunggal dengan ketinggian outlet 4 m dan jumlah pipa outlet 1 merupakan kinerja pompa hidram

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 ukuran diameter pompa hidram yang sesuai untuk mendapatkan rancangan pompa hidram yang optimal. Ukuran diameter pipa suction atau discharge yang tidak tepat akan mempengaruhi jumlah kapasitas yang dihasilkan dan juga efisiensi pompa hidram.
- Untuk penelitian selanjutnya diharapkan melakukan eksperimen pengujian performa pompa hidram dengan diameter pompa hidram yang sesuai dan ukuran diameter pipa suction atau discharge yang seimbang dengan ukuran diameter pompa hidram.

DAFTAR PUSTAKA

- Budi, Doni Prasetyo, 2017. *Katup Buang Terhadap Kinerja Dan Visualisasi Aliran Pada Pompa Hidram Model T. JTM. Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya*. Vol 05 No.1.: hal 9-16.
- Citramurti, Toto, Putra Toni Dwi, dan Farid Akhmad. 2015. *Pengaruh Beban Katup Buang Dibawah 450 gram Menggunakan Panjang Input 4 m dan Ketinggian 10 m Terhadap Kinerja Pompa Hidram*. Widya Teknika. Malang. Vol 23 No.1: hal 44-47.
- Jafri, Muhamad dan Limbong 2011. *Analisa Unjuk Kerja Pompa Hidram Paralel Dengan Variasi Berat Beban dan Panjang Langkah Katup Limbah*. Jurnal MIPA FST UNDANA. Vol 10 No.1A.: hal 1-11.
- Jati, Yohanes Yojana 2015. *Debit Hasil Pompa Hidram Pvc 2 inch Pada Tinggi Output 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.
- Karasik, Igor J., William C. Krutzsc, Warren H. Frase, and Joseph Messina. 2001. *Pump Handbook* 3th edition. McGraw Hillbokk: Amerika Serikat.
- Mohammed, Shuaibu Ndache 2007. *Design and Construction of A Hydraulic Ram Pump*. Departement of Mechanical Engineering. Federal University of Technology. Minna. Nigeria. ISSN 1583 – 1078.: hal :65-67.

- Panjaitan, Ortega Daniel dan Sitepu 2012. *Rancang Bangun Pompa Hidram dan Pengujian Pengaruh Variasi Tinggi Tabung Udara dan Panjang Pipa Pemasukan Terhadap Unjuk Kerja Pompa Hidram*. Jurnal e-Dinamis. Departemen Teknik Mesin Universitas Sumatera Utara. Vol II No.2.
- Priyanto, Eko Singghi dan Ridwan 2008. *Fluid flow analysis in pipe diameter 12,7 mm acryling (0,5 inches) And 38,1 mm (1,5 inches)*. Depok. Teknik Mesin Universitas Ghunadharma.
- Rasheta, Danang Anjar. 2017. *Pengaruh Berat Katup Diafragma Terhadap Kinerja dan Visualisasi Proses Aliran Pada Pompa Hidram Model T*. JTM. Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya. Vol 05 No.1.: hal 17-25.
- Samsudin, Anis dan Karnowo 2008. *Dasar Pompa*. Semarang. PKUPT UNNES/ Pusat Penjamin Mutu.
- Setiawan, Roby 2017. *Pengaruh Jarak Pipa Outlet Dengan Katup Diafragma Terhadap Kinerja dan Visualisasi Aliran Pada Pompa Hidram Model T*. JTM. Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya. Vol 05 No.1.: hal 27-34.
- Siregar, Indra Herlamba. 2013. *Pompa Sentrifugal*. Surabaya: Unesa University Press.
- Sitompul dan Hazwi 2014. *Pengujian Pengaruh Variasi Panjang Langkah Katup Limbah Terhadap Unjuk Kerja Pompa Hidram*. Jurnal e-Dinamis. Teknik Mesin Universitas Sumatera Utara. Vol 8 No.4.
- Sugiyono. 2007. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Penerbit Alfabeta.
- Sularso dan Tahara, Haruo. 1987. *Pompa dan Kompresor*. Jakarta: Penerbit Pradnya Paramitha.
- Suroso, Priyantoro Dwi, dan Krisandy Yordan. 2012. *Pembuatan dan Karakteristik Pompa Hidrolik Pada Ketinggian Sumber 1,6 m*. STTN-BATAN & PTAPB BATAN. Yogyakarta. ISSN 1978 – 0176.: hal 272-273.
- Tim Penulis. 2004. *Buku Pedoman Penulisan dan Ujian Skripsi Unesa*. Surabaya: Unesa.