

Pengaruh Berat Katup Limbah Dan Ketinggian Discharge Terhadap Kinerja Pompa Hidram

PENGARUH BERAT KATUP LIMBAH DAN KETINGGIAN DISCHARGE TERHADAP KINERJA POMPA HIDRAM**Aris Eko Setyawan**S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: ae5bebek@gmail.com**Indra Herlamba Siregar**Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: indra_adsite2006@yahoo.com**Abstrack**

Air adalah sumber kehidupan bagi makhluk hidup Pompa hidram merupakan sebuah pompa air yang dapat bekerja tanpa menggunakan energi listrik ataupun bahan bakar.. Tujuan dari penelitian ini (1) Mengetahui pengaruh variasi berat katup limbah dan ketinggian *discharge* terhadap efisiensi pompa hidram. (2) Mengetahui pengaruh variasi berat katup limbah dan ketinggian *discharge* terhadap kapasitas pompa hidram. Variabel berat katup limbah yang digunakan dalam penelitian ini 200, 250, 300, 350, 400, 450, gram, yang akan difariasikan dengan pipa *inlet* diameter $1\frac{1}{4}$ inch, dan panjang 400 cm, diameter pipa *discharge* 0.5 inch dengan ketinggian 300, 350, 400 cm, diameter rumah pompa $1\frac{1}{4}$ inch. Teknik analisa, dilakukan dengan cara menelaah data yang diperoleh dari eksperimen, dimana hasilnya berupa data kuantitatif yang akan dibuat dalam bentuk tabel dan ditampilkan dalam bentuk grafis. Hasil dari penelitian menunjukkan hasil kapasitas terbaik pada katup limbah 200 gram dengan nilai 7,75 L/min pada *discharge* 3 meter. Efisiensi volumetris berat katup limbah 200 gram dengan nilai 52,961 % pada *discharge* 3 m. Efisiensi pompa berat katup limbah 200 gram dengan nilai 60,623 % pada *discharge* 3 m.

Kata kunci : pompa hidram, uji eksperimental, berat katup, hidram**Abstract**

Water is a natural resource for our live. Hydraulic ram is a water pump that can function without the use of electricity or fuel. The objective of the researcher are : 1) To know the influence of variation waste valve and the high discharge toward efficient hydraulic ram. 2) To know the influence of variation waste valve and the high discharge toward capacity hydraulic ram. The variable of waste valve that used this research 200, 250, 300, 350, 400, 450 grams, which varied with inlet pipe diameter $1\frac{1}{4}$ inch, and its length 400 cm, pipe diameter discharge is 0,5 inch, with altitude 300, 350, 400 cm, diameter hydraulic house $1\frac{1}{4}$ inch. The technique analyze by reviewing the data obtained from the experiment, which the result in quantitative data that will be made in the form of tables and displayed in graphical form. Therefore, based on the result show that the best capacity of waste valve 200 grams with score 7,75 L/min on discharge 3 meters. The efficiency of the heavy volume of waste valve 200 grams with score 52,961 % on discharge 3 m . The efficiency of the heavy volume of waste valve 200 grams with score 69.330 % on discharge 3 m.

Keyterm : hidroulik ram pump, eksperimental test, wight valve**PENDAHULUAN**

Air adalah sumber kehidupan bagi makhluk hidup. Dalam semua aspek kehidupan, air merupakan komponen yang mutlak harus tersedia baik sebagai komponen utama maupun sebagai komponen pendukung. Usaha pemenuhan kebutuhan air dalam kehidupan sehari – hari dapat dilakukan dengan memanfaatkan kondisi alam dan hukum dasar fisika ataupun dengan memanfaatkan peralatan mekanis hasil karya manusia.

Pompa adalah peralatan mekanis untuk mengubah energi mekanik dari mesin penggerak menjadi energi tekan fluida yang dapat membantu memindahkan fluida ke tempat yang lebih tinggi elevasinya. Selain itu, pompa juga dapat digunakan untuk memindahkan fluida ke tempat dengan tekanan yang lebih tinggi atau memindahkan fluida ke tempat lain dengan jarak tertentu.

Pompa hidram adalah dari kata *Hydraulic Ram* yaitu pompa yang bekerja mengandalkan hentakan dari sistem hidrolika. Pompa hidram bekerja dengan cara memanfaatkan energi potensial pada air dalam pipa lurus kemudian menjadi tekanan dinamis yang berakibat tercipta hantaman air sehingga terjadi tekanan tinggi dalam pompa. Dengan tekanan tinggi tersebut, maka air dapat dihantarkarkan ke permukaan yang lebih tinggi. Pompa tersebut bekerja tanpa digerakkan oleh manusia dan tidak membutuhkan energi listrik maupun bahan bakar minyak begitu pula dengan perawatannya yang sangat sederhana dan juga mampu beroperasi selama 24 jam.

Penelitian yang dilakukan oleh Gan Shu San dan Gunawan Santoso (2002) dengan judul studi karakteristik

volume tabung udara dan beban katup limbah terhadap efisiensi pompa *hydraulic ram* menyimpulkan bahwa faktor beban katup limbah dan volume tabung berpengaruh pada variabilitas dari efisiensi pompa hidram, begitu pula interaksi antara kedua faktor itu.

Penelitian yang dilakukan oleh Mietra Anggara, Naif Fuhaid, Toni Dwi Putra (2013) dengan judul pengaruh variasi panjang pipa masuk (*drive pipe*) dan beban katup buang (*waste valve*) terhadap efisiensi pompa hidram menyimpulkan, debit pemompaan tertinggi pada penelitiannya adalah 34,24 L/menit terdapat pada variasi beban katup buang 450 gram dan diameter pipa masukan 2 inch, panjang 4 meter dari jumlah input debit 283 L/menit.

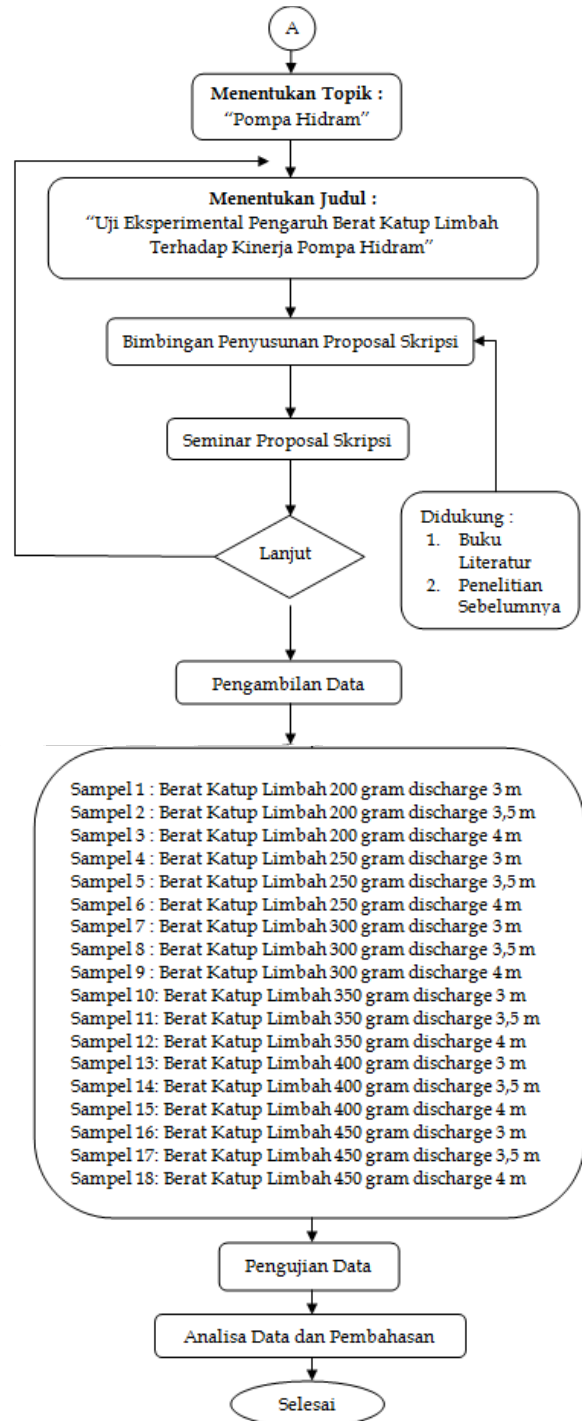
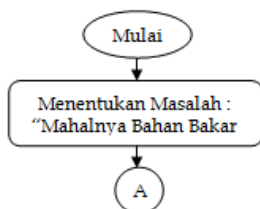
Berdasarkan beberapa penelitian di atas, maka masih perlu dikembangkan penelitian lanjutan tentang variasi berat katup limbah dan tinggi *discharge* pada diameter pipa masukan 1 inch, rumah pompa 1,¼ inch dan diameter *discharge* 0,5 inch untuk memperoleh tingkat efisiensi yang paling maksimal, maka peneliti akan membahas “Uji Eksperimental Pengaruh Berat Katup Limbah dan Ketinggian *Discharge* Terhadap Kinerja Pomba Hidram”

Tujuan dari penelitian ini mengetahui pengaruh variasi berat katup limbah dan ketinggian *discharge* terhadap kapasitas pompa hidram. Mengetahui pengaruh variasi berat katup limbah dan ketinggian *discharge* terhadap efisiensi pompa hidram.

Manfaat dari penelitian ini mengurangi penggunaan energi fosil dalam bidang penyediaan air bagi kebutuhan masyarakat. Memberikan sumbangan yang berarti bagi perkembangan teknologi energi terbarukan di Indonesia. Turut berpartisipasi dalam mengurangi efek pemanasan global dengan menggunakan sumber energi yang ramah lingkungan. Membantu kebutuhan masyarakat dengan peralatan yang lebih ekonomis. Memberikan bahan bacaan yang dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian lebih lanjut tentang pompa hidram.

METODE

Rancangan Penelitian



Gambar 1. Rancangan Penelitian Penelitian ini dilakukan di:

- Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Fluida Universitas Negeri Surabaya.

Variabel Penelitian

- Variabel Bebas
Variabel bebas dalam penelitian ini adalah berat katup dan ketinggian *discharge*.

Pengaruh Berat Katup Limbah Dan Ketinggian Discharge Terhadap Kinerja Pompa Hidram

Tabel 1. Variasi berat katup limbah dan ketinggian discharge

No. Sampel	Berat Katup Limbah (gram)	Ketinggian discharge (cm)	Jenis Fluida
1	200	300	Air
		350	
		400	
2	250	300	
		350	
		400	
3	300	300	
		350	
		400	
4	350	300	
		350	
		400	
5	400	300	
		350	
		400	
6	450	300	
		350	
		400	

- Variabel Terikat
Variabel terikat dalam penelitian ini adalah debit air *input*, debit air *output*, efisiensi pompa.
- Variabel Kontrol
Variabel kontrol yang digunakan dalam penelitian ini adalah air, ketinggian sumber air, dan sudut *inlet*.

Instrumen dan Alat Penelitian

Instrumen penelitian merupakan peralatan uji yang digunakan untuk memperoleh data penelitian. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

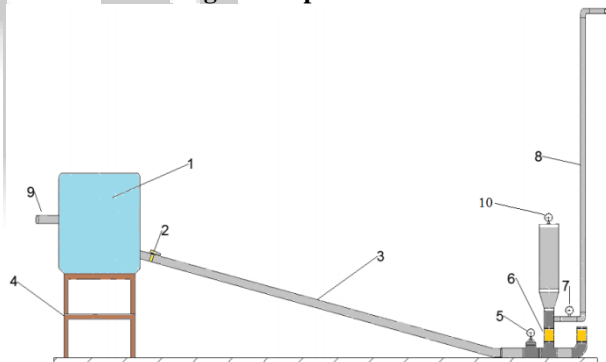
- *Pressure guage*
 - Merk : TOYODA
 - Tingkat Ketelitian : 6 bar
- *Stop watch – time*
- Gelas ukur
- *Hand tally counter*
 - Merk : JOYKO

Alat penelitian merupakan alat yang digunakan dalam penelitian. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- Pompa hidram yang dirakit dengan komponen-komponen sebagai berikut:
 - Tee dengan diameter 1¹/₄ inchi sebanyak dua buah dan materialnya adalah *iron galvanize*.
 - *Double nipple* dengan diameter 1¹/₄ inchi sebanyak lima buah dan materialnya adalah *iron galvanize*.
 - *Elbow 90°* dengan diameter 1¹/₄ inchi sebanyak satu buah dan materialnya adalah *iron galvanize*.

- Katup limbah satu buah dan materialnya adalah *steel*. Dengan variasi pemberat 200, 250, 300, 350, 400, 450, dengan satuan gram.
- Katup hantar dengan diameter 1¹/₄ inchi sebanyak satu buah dan materialnya adalah kuningan. Merk ONDA
- Tabung udara dengan material PVC dengan variasi volume 0,0032 m³
- Pipa yang digunakan adalah berbahan PVC dengan keterangan sebagai berikut:
 - Diameter *discharge* 1¹/₅ inchi = 0,0127 m
 - Diameter *inlet* 1¹/₄ inchi = 0,0318 m
 - Panjang *inlet* = 4 m
 - Panjang *discharge* divariasikan = 3 m, 3,5 m, 4 m.
- Bak penampungan sebagai sumber air.
- Dudukan bak sumber air.
- Bak air, digunakan untuk menampung air limbah, dan volume air yang dihantarkan.

Skema Perancangan Pompa Hidram



Gambar 2. Skema Perancangan Pompa Hidram

Keterangan:

1. Bak penampung
2. *Ball valve*
3. *Inlet*
4. Dudukan bak penampung
5. Pressure guage pipa inlet
6. Pompa hidram
7. *Pressure guage* pipa pengantar
8. Pipa Pengantar
9. Lubang *overflow*
10. *Pressure guage* tabung udara

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam pengumpulan data pada penelitian ini adalah teknik eksperimen, yaitu mengumpulkan data dengan cara menguji atau mengukur objek yang diuji selanjutnya mencatat data-data yang diperlukan. Adapun beberapa parameter yang diuji untuk selanjutnya dicatat hasil pengujiannya, antar lain sebagai berikut:

- Tekanan input
- Tekanan output
- Debit air input
- Debit air output
- Efisiensi pompa

Prosedur Penelitian

- Tahap Persiapan.

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

- Tahap Perancangan.

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

- Menentukan tinggi terjunan. Dalam penelitian ini, merupakan variabel yang telah ditentukan yaitu tinggi permukaan sumber air adalah 200 cm dari tanah dan volume tabung udara 0,0032 m³.
- Menentukan diameter *inlet*. Penelitian ini menggunakan *inlet* berbahan PVC dengan diameter pipa 1¹/₄ inch. Pipa ini nantinya akan menyalurkan air dari tangki sumber menuju rumah pompa.
- Menentukan panjang *inlet*. Pada penelitian ini panjang *inlet* adalah 400 cm, bahan yang digunakan adalah PVC.
- Menentukan dimensi katup limbah. Dalam penelitian ini katup limbah di buat satu katup dengan variasi pemberat 200, 250, 300, 350, 400, 450, gram.
- Menentukan diameter *discharge*. Pada penelitian ini menggunakan PVC yang berdiameter ½ inch dengan ketinggian *discharge* divariasikan antara 300, 350, 400 cm.
- Perancangan *Prototype*. Perancangan pompa hidram terdiri dari empat bagian utama dari pompa hidram, yaitu: rumah pompa (*Body Pump*), katup limbah (*Waste Valve*), katup penghantar (*Deliver Valve*), dan tabung udara (*airchamber*).

- Prosedur Pengujian

- Mempertahankan permukaan sumber air tetap konstan. dengan ketinggian 200 cm.
- Mengalirkan air dari sumber dengan menggunakan diameter *inlet* 1¹/₄ inch yang dikombinasikan dengan volume tabung udara 0,0032 m³.
- Pada kondisi diatas kemudian divariasikan dengan berat katup limbah antara 200, 250, 300, 350, 400, 450, yang semuanya dalam satuan gram. Dalam setiap berat katup limbah juga akan di variasikan dengan ketinggian *discharge* , 300, 350, 400 cm. Yang nantinya akan dicari efisiensi dan kapasitas terbaik.

- Tahap Analisa

- Analisa Kapasitas Pemompaan

Pada analisa Analisa Kapasitas Pemompaan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q_P = \frac{V_P}{t} \quad (1)$$

Keterangan:

Q_p = Kapasitas pemompaan (m³/s)

V_p = volume pemompaan (Liter)

t = selang waktu pemompaan (s)

- Analisa Kapasitas Limbah

Pada analisa Kapasitas limbah menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q_L = \frac{V_L}{t} \quad (2)$$

Keterangan:

Q_L = kapasitas limbah (m³/s)

V_L = Volume air keluar dari katup limbah (Liter)

t = selang waktu pemompaan (s)

- Analisa Kapasitas total

Pada analisa kapasitas total menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q_t = Q_p + Q_L \quad (3)$$

Keterangan:

Q_t = Kapasitas Total (m³/s)

Q_p = Kapasitas Pemompaan (m³/s)

Q_L = Kapasitas Limbah (m³/s)

- Analisa efisiensi pompa

Pada analisa efisiensi pompa menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\eta_p = \frac{P_{Out}}{P_{In}} (100\%) \quad (4)$$

Keterangan:

η_p = efisiensi daya fluida

P_{out} = daya output fluida (N)

P_{in} = daya input fluida (N)

- Pada analisa efisiensi volumetris menurut D'Aubuisson sebagai berikut:

$$\eta_v = \frac{Q_p \cdot h}{(Q_p + Q_L) \cdot H} \quad (5)$$

Keterangan:

η_v = Efisiensi pompa

Q_p = Kapasitas pemompaan (m³/s)

Q_L = Kapasitas limbah (m³/s)

H = Head keluar (m)

H = Head masuk (m)

Teknik Analisa Data

Teknik analisis data yang digunakan untuk menganalisa data pada penelitian ini adalah statistika deskriptif kuantitatif. Teknik analisis data ini, dilakukan dengan cara menelaah data yang diperoleh dari eksperimen, dimana hasilnya berupa data kuantitatif yang akan dibuat dalam bentuk tabel dan ditampilkan dalam bentuk grafis. Langkah selanjutnya adalah mendeskripsikan atau menggambarkan data tersebut sebagaimana adanya dalam bentuk kalimat yang mudah dibaca, dipahami, dan dipresentasikan sehingga pada intinya adalah sebagai upaya memberi jawaban atas permasalahan yang diteliti (Sugiyono, 2007:147).

HASIL DAN PEMBAHASAN

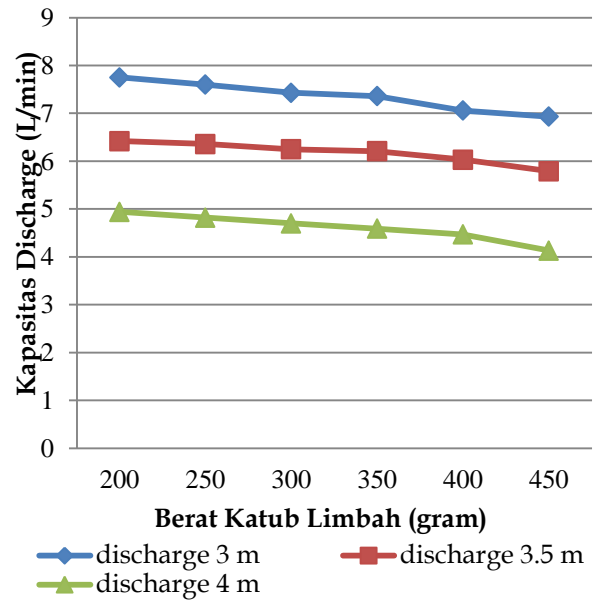
Hasil penelitian yang disajikan adalah nilai dari hasil pengujian pada masing-masing sampel. Hasil dalam penelitian ini meliputi kapasitas pemompaan, efisiensi pompa, dan efisiensi volumetris. Data dan hasil analisis

dalam penelitian ini disajikan dalam bentuk nilai dan grafik.

Tabel 2. Data Hasil Perhitungan

Z_d (m)	Berat katub (gram)	Q_w (L/min)	Q_d (L/min)	η_v (%)	η_p (%)
3	200	14,2	7,75	52,961	60,623
	250	16,15	7,6	48,000	54,729
	300	18	7,43	43,826	49,767
	350	22,15	7,36	37,411	42,189
	400	24,34	7,06	33,726	37,803
	450	25	6,93	32,556	36,412
3,5	200	16,19	6,42	49,690	52,112
	250	17,93	6,36	45,821	47,786
	300	19,75	6,25	42,067	43,720
	350	23,92	6,21	36,069	37,232
	400	26,92	6,03	32,026	32,846
	450	27,35	5,79	30,575	31,280
4	200	15,96	4,94	47,273	40,597
	250	18,05	4,82	42,151	36,084
	300	20	4,7	38,057	32,477
	350	23,25	4,59	32,974	28,001
	400	26,8	4,47	28,590	24,137
	450	27,73	4,13	25,926	21,815

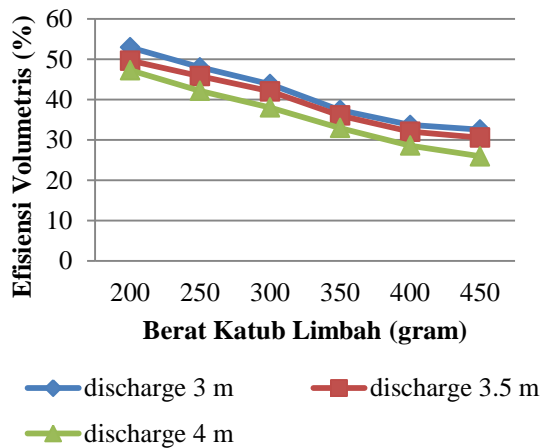
• **Kapasitas Discharge Terhadap Berat Katup Limbah**



Gambar 3. Grafik Kapasitas Discharge Terhadap Berat Katup

Mengacu pada Grafik 3. Hubungan antara kapasitas discharge dengan beban katup limbah pada pompa hidram menunjukkan bahwa kapasitas discharge dipengaruhi oleh beban katup limbah dan ketinggian discharge. Dari grafik dapat di amati bahwa tren semakin menurun yaitu semakin tinggi discharge maka semakin sedikit kapasitas discharge yang dihasilkan yang diakibatkan oleh head loss mayor dan beban air untuk diangkat melawan gravitasi bumi. Semakin berat katup limbah maka waktu yang di perlukan air untuk menutup katup limbah semakin lama sehingga menghasilkan ketukan katup yang semakin menurun, sehingga palu air yang dihasilkan juga semakin sedikit dan mengakibatkan menurunnya kapasitas discharge yang dihasilkan. Dari data yang diperoleh menunjukkan kapasitas tertinggi ketinggian discharge 300 cm dalam keadaan berat katup limbah 200 gram dengan hasil kapasitas discharge 7,75 L/min, kapasitas limbah 14,20 L/min. Sedangkan kapasitas discharge terendah dalam keadaan berat katub limbah 450 gram dengan hasil 6,93 L/min, kapasitas limbah 25 L/min. Kapasitas tertinggi pada ketinggian discharge 350 cm dalam keadaan berat katup limbah 200 gram dengan hasil 6,42 L/min, kapasitas limbah 16,19 L/min. Sedangkan kapasitas discharge terendah dalam keadaan berat katub limbah 450 gram dengan hasil 5,79 L/min, kapasitas limbah 27,35 L/min. Kapasitas tertinggi pada ketinggian discharge 400 cm dalam keadaan berat katup limbah 200 gram dengan hasil 4,94 L/min, kapsitas limbah 15,96 L/min. Sedangkan kapasitas discharge terendah dalam keadaan berat katub limbah 450 gram dengan hasil 4,13 L/min, kapasitas limbah 27,73 L/min.

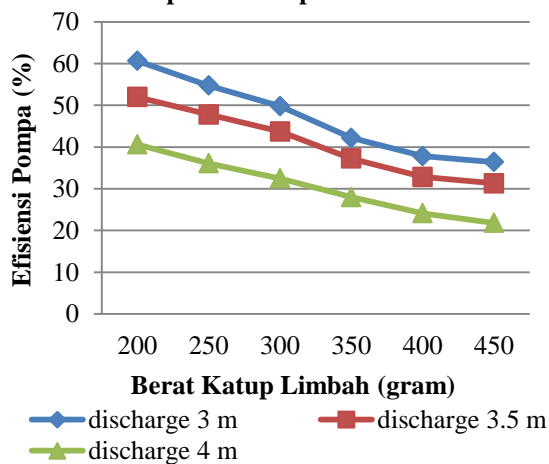
• Efisiensi Volumetris Terhadap Berat Katub Limbah



Gambar 4. Grafik Efisiensi Volumetris Terhadap Berat Katub

Dari grafik 4. Efisiensi volumetris terhadap berat katub limbah menggambarkan bahwa semakin berat katub limbah semakin menurun efisiensi volumetris dari pompa. Pengaruh efisiensi pada berat katub 200 gram menghasilkan *discharge* cukup banyak karena ketukan atau palu air yang dihasilkan lebih banyak sehingga volume air yang terpompa lebih banyak untuk menghasilkan kapasitas *discharge* yang lebih banyak. Sedangkan pada berat katub 450 gram menurun karena ketukan atau palu air lebih sedikit sehingga kapasitas limbah lebih banyak dari pada kapasitas air yang terpompa pada sisi *discharge*. Efisiensi terbaik pada ketinggian *discharge* 3 m dengan berat katub limbah 200 gram dengan hasil efisiensi terbaik 52,96 %, dan efisiensi terendah 32,56 %. Pada ketinggian *discharge* 3.5 m dengan berat katub 200 gram dengan hasil efisiensi terbaik 49,69 %, dan efisiensi terendah 30,58 %. Pada ketinggian *discharge* 4 m dengan berat katub 200 gram dengan hasil efisiensi terbaik 47,27 %, dan efisiensi terendah 25,93 %.

• Efisiensi Pompa Terhadap Berat Katub Limbah



Gambar 5. Grafik Efisiensi Pompa Terhadap Berat Katub Limbah

Dari grafik 4.4 efisiensi pompa terhadap berat katub limbah di atas menggambarkan bahwa efisiensi pompa mengalami penurunan. Dilihat dari berat katub limbah maka semakin berat katub limbah semakin menurun efisiensi pemompaan. Suatu hal yang diakibatkan oleh semakin beratnya berat katub limbah semakin besar juga kapasitas limbah yang dihasilkan dan kapasitas pemompaan semakin sedikit. Pada berat katub limbah 200 gram menghasilkan ketukan atau palu air lebih banyak sehingga kapasitas yang di pompakan lebih banyak. Pada berat katub limbah yang semakin berat maka ketukan atau palu air yang dihasilkan semakin menurun sehingga mengakibatkan kapasitas yang di pompakan semakin menurun. Semakin tinggi *discharge* maka daya *output* semakin tinggi karena *head* dari pompa semakin menurun, begitu sebaliknya semakin tinggi *head* maka daya *output* semakin menurun. Efisiensi pompa tertinggi pada ketinggian *discharge* 3 m dengan berat katub limbah 200 gram dengan hasil 60.62 % dan efisiensi terendah 36.41 %. Efisiensi tertinggi pada ketinggian *discharge* 3.5 m dengan berat katub limbah 200 gram dengan hasil 51.97 % dan efisiensi terendah 31.28 %. Efisiensi tertinggi pada ketinggian *discharge* 4 m dengan berat katub limbah 200 gram dengan hasil 40.60 % dan efisiensi terendah 21.82 %.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, pengujian, analisa, dan pembahasan yang telah dilakukan tentang pengaruh berat katub limbah dan ketinggian *discharge* terhadap kinerja pompa hidram, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Dari penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa kapasitas pompa di pengaruhi oleh berat katub limbah. Semakin berat katub limbah semakin sedikit ketukan yang dihasilkan. Semakin tinggi *discharge* semakin berkurang kapasitas *discharge*. Variabel berat katub limbah 200,250,300,350,400,450 pada pompa dengan ketinggian sumber air 200 cm, panjang pipa *inlet* 400cm, diameter pipa *inlet* 1 1/4 inch, volume tabung 0,0031 m³, menunjukkan kapasitas terbaik pada berat katub limbah 200 gram dan dengan ketinggian *discharge* 300 cm, dengan hasil kapasitas 7,75 L/min
- Penelitian yang telah dikakukan menunjukkan bahwa efisiensi pompa di pengaruhi oleh kapasitas *discharge* dan kapasitas limbah. Sedangkan kapasitas di pengaruhi oleh berat katub. Semakin berat katub limbah semakin sedikit ketukan yang dihasilkan. Semakin tinggi *discharge* semakin berkurang kapasitas *discharge*. Efisiensi volumetris terbaik pada berat katub limbah 200 gram dengan nilai 52,961 % pada *discharge* 300 cm, Efisiensi pompa terbaik pada ketinggian *discharge* dan berat katub limbah 200 gram dengan nilai 60,623 %.

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, misalnya, penggunaan berat katup limbah pada diameter pipa yang berbeda, atau penggunaan desain katup lain, yang dapat digunakan untuk mendapatkan performa hidram yang lebih baik.
- Dalam pengujian kali ini, ditemukan beberapa kendala diantaranya ketersediaan alat pendukung penelitian, misalnya pressure gauge untuk tekanan rendah, yang di masa mendatang perlu untuk diusahakan, untuk mendapatkan data yang lebih akurat

DAFTAR PUSTAKA

- Anggara, Mietra. Fuhaid, Naif. Putra, T.D. 2013. *Pengaruh Variasi Panjang Pipa Masuk (Drive Pipe) Dan Beban Katup Buang (Waste Valve) Terhadap Efisiensi Pompa Hidram*. PROTON. Vol. 5(2): hal. 31-34
- Ashar, Zunaidy. 2012. *Pengaruh Variasi Ketinggian Sumber Air Inlet Terhadap Kinerja Pompa Hidram*. Surabaya: PPs Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.
- Cahyanta, Y. A. dan Indrawan. 1996. *Studi Terhadap Prestasi Pompa Hydraulic Ram Dengan Variasi Beban Katup Limbah*. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin. CAKRAM. Vol. 2(2): hal. 92-96
- Priyanto, Eko Singgih. 2008. *Analisa Aliran Fluida Pada Pipa Acrylic Diameter 12,7 mm (0,5 inci) dan 38,1 mm (1,5 inci)*. Bekasi: Universitas Gunadarma.
- Samsudin, Anis ST., MT. dan Karnowo ST., MT. *Dasar Pompa*. Semarang: PKUPT UNNES/Pusat Penjamin Mutu. Universitas Negeri Semarang
- Siregar, Indra Herlamba. 2013. *Pompa Sentrifugal*. Surabaya: Unesa University Press, Universitas Negeri Surabaya.
- Shu San, G. dan Santoso, G. 2002. *Studi Karakteristik Tabung Udara dan Beban Katub Limbah Terhadap Efisiensi Pompa Hydraulic Ram*. JURNAL TEKNIK MESIN. Vol.(2): hal. 81 – 87
- Suarda, Made. dan Suarnadwipa, Nengah. 2013. *Perancangan Dan Pengujian Katup Membran Pada Katup Tekan Pompa Hydram*. Jurnal Mechanical. Vol 4. Nomor 1.
- Suarda, M. dan Wirawan, IGK. (2008). *Kajian Eksperimental Pengaruh Tabung Udara Pada Head Tekanan Pompa Hy- dram*. Jurnal Teknik Mesin. CAKRAM. Vol. 2(1): hal 10-14
- Sugiyono. 2011. *Statistika Untuk Penelitian*. Cetakan ke-19. Bandung: Alfabeta
- Sularso dan Tahara, Haruo. 2004. *Pompa Kompresor Pemilihan, Pemakaian dan Pemeliharaan*. Cetakan kedelapan. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.