

PENGARUH KETINGGIAN TERJUNAN DAN VOLUME TABUNG UDARA TERHADAP KINERJA POMPA HIDRAM

Mukhammad Sofwan

S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail:mukhammad.sofwan@gmail.com

Indra Herlamba Siregar

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: indra_adsite2006@yahoo.com

Abstrak

Pompa hidram adalah pompa yang memanfaatkan *water hammer* (palu air) sebagai tenaga utama untuk menaikkan air dari sumber air yang tidak terlalu tinggi menuju ke tempat yang lebih tinggi dari sumber air tersebut. Energi yang ditimbulkan dari air yang mengalir pada ketinggian tertentu dan menghasilkan energi potensial. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Teknik analisa data dalam penelitian ini menggunakan analisis data deskriptif yaitu menggambarkan hasil penelitian secara grafis dalam tabel, histogram, dan grafik. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi ketinggian terjunan, volume tabung udara, dan ketinggian *discharge* terhadap kinerja pompa hidram. Pompa hidram yang digunakan dalam penelitian ini memiliki diameter pipa masuk 1 inch dan diameter pipa keluaran 0,5 inch. Variasi tinggi terjunan yang dilakukan adalah 1,5 m, 1,75 m, dan 2 m. Sedangkan variasi volume tabung udara yang dilakukan adalah 0,0024 m³, 0,0028 m³, dan 0,0032 m³. dan variasi ketinggian *discharge* adalah 2,5 m, 3 m, dan 3,5 m. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada perancangan pompa hidram didapatkan hasil yang paling optimal adalah pada ketinggian terjunan 1,75 meter dengan variasi volume tabung udara 0,0028 m³ dan tinggi *discharge* 3,5 m. dengan kapasitas *discharge* sebesar 5,74 liter/menit, efisiensi volumetris 45 %, dan efisiensi pompa 40 %. dari hasil analisa menunjukkan bahwa semakin tinggi terjunan maka semakin tinggi pula energi yang masuk, keseimbangan antara tekanan yang masuk dengan tekanan dalam tabung menyebabkan katup hantar terbuka semakin cepat sehingga kapasitas *discharge* juga meningkat. Peningkatan kapasitas *discharge* sebanding dengan peningkatan efisiensi volumetris dan efisiensi pompa.

Kata kunci: Pompa Hidram, Ketinggian Terjunan, Volume Tabung Udara, Ketinggian *Discharge*

Abstract

Hydraulic ram pump is a pump that utilises water hammer as the main force for raising water from a water source that is not too high leading to higher ground from the water source. The energy arising from water flowing at a certain height and produces potential energy. This research uses experimental methods. Technique of data analysis in this study uses descriptive data analysis that describe research results graphically in the table, the histogram, and graphs. This research was conducted to determine the influence of variation of height of waterfall, the volume of the air chamber, and the height of the discharge of the pump performance hidram. Hydraulic ram pump used in this research have the diameter of the pipe inlet 1 inch in diameter and pipe discharge of 0.5 inch. Variation of high waterfall does is 1.5 m, 1.75 m, and 2 m Air chamber volume variations While does is 0.0024 m³, 0,0028 m³, and 0,0032 m³. and discharge height variation is 3 m, 2.5 m and 3.5 m., the results showed that in the design of pump hidram get the most optimal results is waterfall at an altitude of 1.75 meters with an air chamber volume variations 0,0028 m³ and high discharge capacity of 3.5 m. discharge of 5,74 litres/minute, efficiency volumetris 45 %, and the efficiency of the pumps 40 %. from the results of the analysis show that the higher the waterfall then the higher energy that goes, the balance between the pressure that goes with the pressure in the air chamber causing the valve open more quickly so that conductivity capacity discharge also increases. Increased capacity of discharge is proportional to the increase in the efficiency of the volumetris and the efficiency of the pump.

Keywords: The Pump Hidram, The Height Of Waterfall, The Volume Of The Air Chamber, Discharge Height

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan pokok yang tidak dapat dipisahkan dalam kehidupan makhluk hidup. Tidak hanya bagi manusia Air juga sangat diperlukan makhluk hidup yang lain baik hewan maupun tumbuhan. Makhluk hidup memerlukan air untuk bertahan hidup. Tanpa air kemungkinan tidak akan ada kehidupan di dunia ini. Makhluk hidup mungkin mampu hidup beberapa hari tanpa air, namun kondisi tersebut tidak akan berlangsung lama karena air merupakan unsur yang penting dalam kehidupan.

Pompa hidram (*Hydraulic Ram Pump*) merupakan pompa pemindah air dari tempat rendah ketempat yang lebih tinggi atau dari tempat yang tidak terlalu tinggi ke tempat yang lebih tinggi. Prinsip kerja Hidram adalah pemanfaatan gravitasi dimana akan menciptakan energi dari hantaman air yang kemudian mendorong air untuk ke tempat yang lebih tinggi. Untuk mendapatkan energi potensial dari hantaman air diperlukan syarat utama yaitu harus ada terjunan air yang dialirkan melalui pipa dengan beda tinggi -elevasi- dengan pompa Hidram minimal 1 meter (Widarto, 2000). Kemiringan maupun ketinggian terjunan dan rumah pompa menjadi faktor yang sangat penting.

Mekanisme pompa hidram (*Hydraulic Ram Pump*) yaitu air masuk dari terjunan melalui pipa penghantar masuk kekatup limbah atau katup pembuangan dan didorong kekatup penghisap yang akan membuka akibat dorongan air dan akan masuk ke tabung kompresi. Pada saat tabung berisi air dan udara secara maksimal maka sebagian air akan keluar melalui pipa penghantar dan menaikkan air ke daerah yang lebih tinggi. Air kembali masuk dan mengakibatkan *ram* (palu air) *water hammer* mendorong air masuk ketabung kompresi. 2/3 air akan terbuang melalui katub limbah dan 1/3 akan naik melalui pipa penghantar. Energi yang berulang – ulang mendorong air ketempat yang lebih tinggi.

Penelitian Zunaidy Ashar (2012) dengan judul pengaruh variasi ketinggian sumber air inlet terhadap kinerja pompa hidram, dalam penelitiannya menunjukkan bahwa perbedaan ketinggian sumber air inlet berpengaruh pada kapasitas head.

Penelitian Palurian Siahaan (2013) dengan judul rancang bangun dan uji eksperimental pengaruh variasi panjang driven pipe dan diameter air chamber terhadap efisiensi pompa hidram, berdasarkan penelitian yang dilakukan pada variasi tabung udara, penambahan diameter tabung udara sebanding dengan kenaikan efisiensi.

Penelitian Daniel Ortega Panjaitan (2012) dengan judul rancang bangun pompa hidram dan pengujian pengaruh variasi tinggi tabung udara dan panjang pipa masukan terhadap unjuk kerja pompa hidram, Dalam perancangan pompa hidram yang penulis lakukan, menggunakan variasi tinggi tabung udara dengan tinggi 40 cm dan 60 cm dengan diameter 6.35 cm dan variasi panjang pipa pemasukan dengan panjang 8 m, 10 m dan 12 m. Tinggi saluran suplai 2,3 meter dan tinggi saluran tekan 8 m. Dari perhitungan di dapat kapasitas pompa maksimum sebesar $0.0000346666 \text{ m}^3/\text{s}$. Efisiensi

maksimum pompa hidram 29,55 % pada tinggi tabung 60 cm dan panjang pipa masuk 10 m.

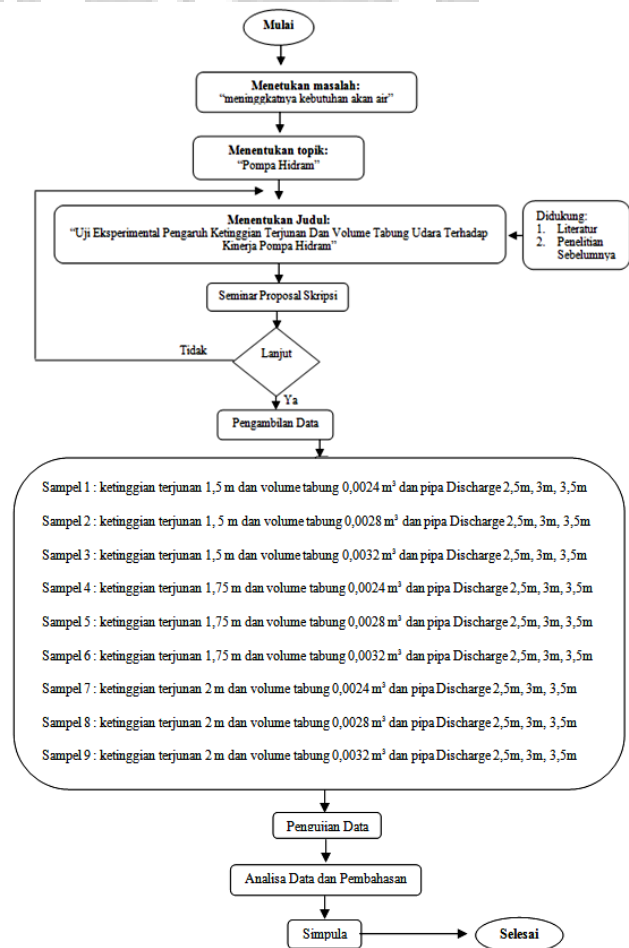
Berdasarkan hasil uraian dan penjabaran di atas, maka masih perlu dikembangkan penelitian lanjutan tentang variasi tinggi sumber air dan volume tabung udara dalam perancangan pompa hidram, maka menarik untuk dilakukan penelitian tentang “Uji Eksperimental Pengaruh Ketinggian Terjunan dan Volume Tabung Udara Terhadap Kinerja Pompa Hidram”

Tujuan dari penelitian ini Mengetahui pengaruh ketinggian terjunan terhadap kinerja pompa hidram, mengetahui pengaruh volume tabung udara terhadap kinerja pompa hidram, dan untuk mengetahui pengaruh ketinggian terjunan dengan volume tabung udara terhadap ketinggian pipa *discharge*.

Manfaat yang dicapai dalam penelitian ini adalah membantu masyarakat dalam penyediaan air menggunakan peralatan yang lebih ekonomis, memberikan pengetahuan kepada mayarakat umum mengenai teknologi tepat guna, mengurangi penggunaan bahan bakar diesel maupun listrik dalam penyediaan air, dan sebagai referensi bacaan dalam penelitian pompa hidram selanjutnya.

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
Variable bebas dalam penelitian Uji Eksperimental Pengaruh Ketinggian Terjunan Dan Volume Tabung Udara Terhadap Kinerja Pompa Hidram.

Tabel 1. Variasi Ketinggian dengan Volume Tabung Udara

No. Sampel	Ketinggian Terjunan (m)	Volume Tabung Udara (m ³)	Panjang pipa Discharge (m)	Jenis Fluida
1.	1,5	0,0024	2,5	Air
2.			3	
3.			3,5	
4.		0,0028	2,5	
5.			3	
6.			3,5	
7.		0,0032	2,5	
8.			3	
9.			3,5	
10.	1,75	0,0024	2,5	
11.			3	
12.			3,5	
13.		0,0028	2,5	
14.			3	
15.			3,5	
16.		0,0032	2,5	
17.			3	
18.			3,5	
19.	2	0,0024	2,5	
20.			3	
21.			3,5	
22.		0,0028	2,5	
23.			3	
24.			3,5	
25.		0,0032	2,5	
26.			3	
27.			3,5	

- 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 jenis fluida yaitu air.

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 gauge*
 - Merk : TOYODA

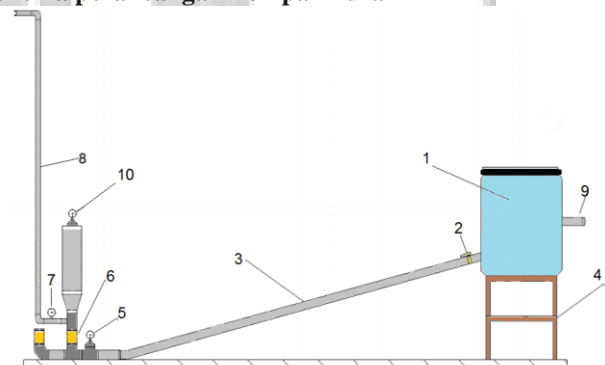
- Tingkat Ketelitian: 6 bar

- *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 1 ¼ inchi sebanyak dua buah dan materialnya adalah iron galvanize.
 - Double nipple dengan diameter 1¼ inchi sebanyak lima buah dan materialnya adalah iron galvanize.
 - Elbow 90° dengan diameter 1¼ inchi sebanyak satu buah dan materialnya adalah iron galvanize.
 - Katup limbah dengan diameter 1¼ inchi sebanyak satu buah dan materialnya adalah kuningan. Merk ONDA
 - Katup hantar dengan diameter 1¼ inchi sebanyak satu buah dan materialnya adalah kuningan. Merk ONDA
 - Tabung udara dengan material PVC
- Pipa yang digunakan adalah berbahan PVC dengan keterangan sebagai berikut:
 - Diameter pipa keluaran = ½ inchi = 0,0127 m
 - Diameter pipa masukan 1 inchi = 0,0254 m
 - Panjang pipa masukan = 4 m
 - Panjang pipa keluaran = 2,5 m, 3 m, 3,5 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. Pipa *Inlet*
4. Dudukan bak penampung
5. *Pressure gauge* pipa inlet
6. Pompa hidram
7. *Pressure gauge* pipa penghantar
8. Pipa Penghantar

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

- Mempersiapkan alat dan bahan
Tahap pertama adaah mempersiapkan alat dan bahan, dalam penelitian ini alat dan bahan yang harus dipersiapkan adalah tandon air, Tee, Double Nippel, Elbow, katup limbah, katup hantar, pipa dan Fluida yang akan di gunakan untuk menguji pompa adalah air.

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 vareabel yang telah ditentukan yaitu tinggi dudukan tangki sumber air adalah 1,5 m, 1,75m dan 2 m yang akan di variasikan dengan tabung udara dengan volume 0,0024 m³, 0,0028 m³, dan 0,0032 m³.
- Menentukan diameter pipa masuk (*Driven Pipe*)
Penelitian ini menggunakan pipa masuk berbahan PVC dengan diameter pipa sebesar 1 inci. Pipa ini nantinya akan menyalurkan air dari tangki sumber menuju rumah pompa.
- Menentukan panjang pipa masuk (*Driven pipe*)
Pada penelitian ini panjang pipa masuk adalah 4 m, bahan yang digunakan adaah PVC.
- Menentukan diameter pipa keluar (*Delivery Pipe*)
Pada penelitian ini menggunakan pipa PVC yang berdiameter ½ inci dengan 3 variasi yaitu 2,5m , 3m, dan 3,5m.
- Perancangan *Prototype* Pompa
Perancangan pompa hidram terdiri dari empat bagian utama dari pompa hidram, yaitu: rumah pompa (*Body Pump*), katub limbah (*Waste Valve*), katub penghantar (*Deliver Valve*), dan tabung udara (*airchamber*).

Prosedur Pengujian

- Menambahakan susunan ketinggian dudukan sumber air ke pompa hidram dan mempertahankan permukaan sumber air tetap konstan. Variasi penambahan dudukan dengan ketinggian 1,5 m, 1,75 m dan 2 m.

- Pada setiap ketinggian terjuanan atau sumber air dilakukan pengambilan data dengan memvariasikan volume tabung udara yaitu 0,0024 m³, 0,0028 m³ dan 0,0032 m³ dan juga memvariasikan panjang pipa discharge yaitu 2,5m , 3m, dan 3,5m.

Tahap analisa

- Analisa Kapasitas Pemompaan
Pada analisa Analisa Kapasitas Pemompaan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q_P = \frac{V_P}{t} \tag{1}$$

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:

$$Q_L = \frac{V_L}{t} \tag{2}$$

Keterangan:

- Q_L = kapasitas limbah (m³/s)
- V_L = Volume air keluar daari katup limbah (Liter)
- t = selang waktu pemompaan (s)

- Analisa Kapasitas total
Pada analisa kapasitas total menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q_t = Q_p + Q_L \tag{3}$$

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:

$$\eta_p = \frac{P_{out}}{P_{in}} (100\%) \tag{4}$$

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:

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

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 Analisis 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).

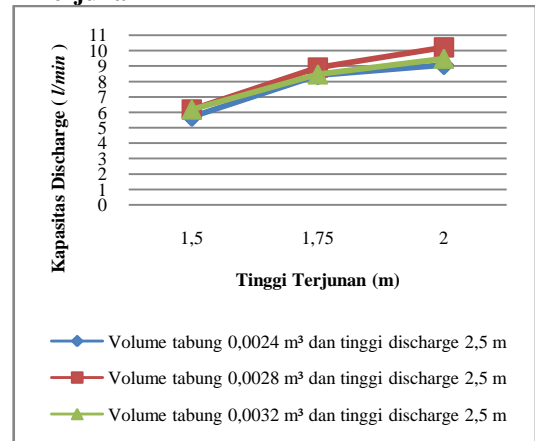
HASIL DAN PEMBAHASAN

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

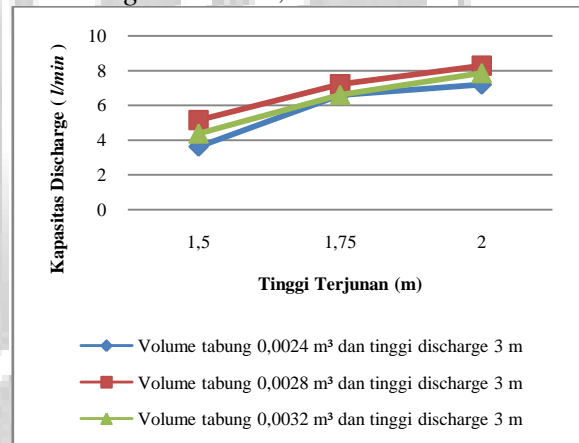
Zin m	V tabung m ³	Zd m	Ql l/min	Qd l/min	η_v %	η_p %
1,5	0,0024	2,5	19,36	5,71	5,71	37
		3	20,66	3,62	3,62	32
		3,5	20,79	3,40	3,40	31
	0,0028	2,5	19,36	6,18	6,18	40
		3	20,30	5,16	5,16	40
		3,5	20,53	3,78	3,78	36
	0,0032	2,5	19,20	6,18	6,18	40
		3	19,71	4,38	4,38	36
		3,5	20,17	3,12	3,12	33
1,75	0,0024	2,5	17,50	8,40	8,40	46
		3	17,44	6,60	6,60	41
		3,5	18,73	5,46	5,46	45
	0,0028	2,5	16,58	6,90	8,90	47
		3	17,25	5,22	7,22	46
		3,5	18,53	4,74	5,74	45
	0,0032	2,5	15,56	7,26	7,26	45
		3	16,36	6,78	6,78	42
		3,5	18,04	5,46	5,46	41
2	0,0024	2,5	15,65	9,06	9,06	46
		3	15,42	7,20	7,20	46
		3,5	15,39	6,00	6,00	45
	0,0028	2,5	15,63	10,2	10,2	56
		3	15,58	8,28	8,28	52
		3,5	15,28	6,66	6,66	51
	0,0032	2,5	15,19	9,48	9,48	54
		3	15,13	8,46	8,46	53
		3,5	15,04	6,24	6,24	51

• Kapasitas Discharge Terhadap Tinggi Terjunan



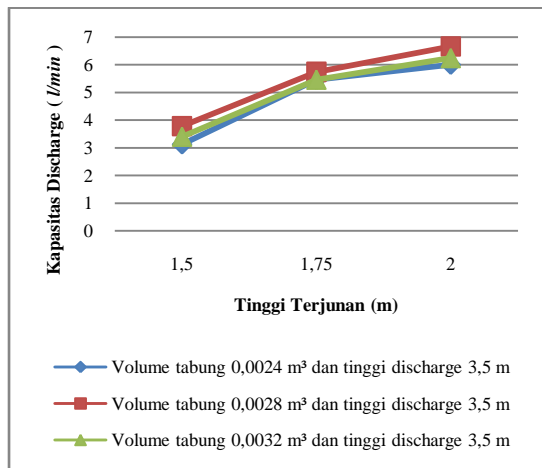
Gambar 3. Grafik Kapasitas Discharge Terhadap Tinggi Terjunan dengan tinggi pipa Discharge 2,5 m

Berdasarkan Gambar 3 di atas maka dapat dilihat bahwa kapasitas discharge tertinggi adalah pada volume tabung 0,0028 m³ dan tinggi discharge 2,5 m dengan tinggi terjunan 2 m dengan kapasitas discharge sebesar 10,2 l/min, sedangkan untuk kapasitas discharge terendah adalah pada volume tabung 0,0024 m³ dan tinggi discharge 2,5 m dengan tinggi terjunan 1,5 m dengan kapasitas discharge sebesar 5,71 l/min.



Gambar 4. Grafik Kapasitas Discharge Terhadap Tinggi Terjunan dengan tinggi pipa Discharge 3 m

Berdasarkan Gambar 4 di atas maka dapat dilihat bahwa kapasitas discharge tertinggi adalah pada volume tabung 0,0028 m³ dan tinggi discharge 3 m dengan tinggi terjunan 2 m dengan kapasitas discharge sebesar 8,28 l/min, sedangkan untuk kapasitas discharge terendah adalah pada volume tabung 0,0024 m³ dan tinggi discharge 3 m dengan tinggi terjunan 1,5 m dengan kapasitas discharge sebesar 3,62 l/min.

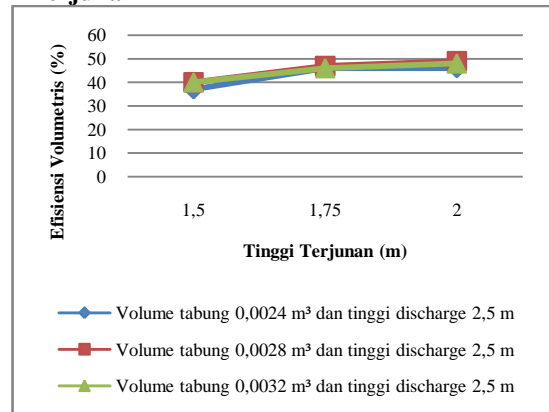


Gambar 5. Grafik Kapasitas *Discharge* Terhadap Tinggi Terjunan dengan tinggi pipa *Discharge* 3,5 m

Berdasarkan Gambar 5 di atas maka dapat dilihat bahwa kapasitas *discharge* tertinggi adalah pada volume tabung 0,0028 m³ dan tinggi *discharge* 3,5 m dengan tinggi terjunan 2 m dengan kapasitas *discharge* sebesar 6,66 l/min, sedangkan untuk kapasitas *discharge* terendah adalah pada volume tabung 0,0024 m³ dan tinggi *discharge* 3,5 m dengan tinggi terjunan 1,5 m dengan kapasitas *discharge* sebesar 3,12 l/min.

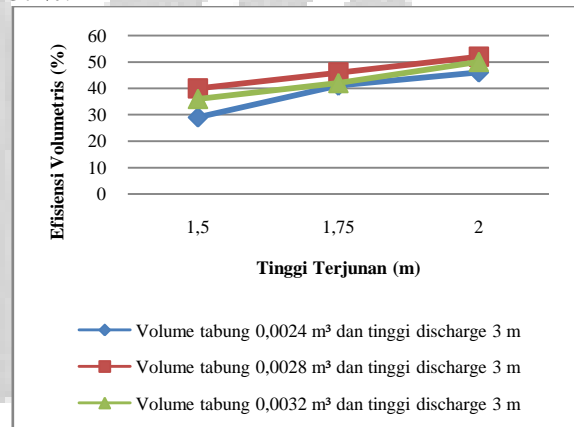
Berdasarkan Gambar 5 tersebut dapat dilihat bahwa kapasitas *discharge* pada volume tabung 0,0028 m³ dan tinggi *discharge* 3,5 m dengan tinggi terjunan 2 m lebih besar dari pada volume tabung 0,0032 m³ dan tinggi *discharge* 3,5 m dengan tinggi terjunan 1,5 m, dikarenakan semakin sedikit denyutan katup limbah per-menit maka semakin sedikit kapasitas air yang dapat dipompaan melalui pipa *discharge*. Pada tabung udara dengan volume 0,0028 m³ dengan terjunan 2 m tinggi *discharge* 2,5 m katup hantar membuka semakin cepat sehingga kapasitas *discharge* semakin banyak. Terbukanya katup hantar di pengaruhi oleh tingginya terjunan, pada ketinggian 2 m tekanan yang masuk sebanding dengan tekanan yang berada dalam tabung udara sehingga katup hantar membuka semakin cepat sehingga kapasitas *discharge* juga ikut naik. Sesuai dengan hukum kontinuitas bahwa kapasitas berbanding lurus dengan kecepatan fluida pada tabung 0,0028 m³ debit yang dihasilkan pada bak penampungan semakin besar sehingga kecepatan fluida juga semakin besar. Sedangkan kecepatan fluida berbanding lurus dengan *head* tekanan, jika kecepatan lebih tinggi maka tekanan juga lebih tinggi maka *head* akan lebih besar. Ketinggian terjunan juga mempengaruhi kapasitas *discharge* semakin tinggi terjunan maka semakin besar pula kapasitas *discharge* yang dihasilkan. Hal ini karena energi air pada pipa *inlet* bertambah besar seiring bertambahnya ketinggian terjunan. Sehingga volume air keluar dari pipa *discharge* mengalami peningkatan.

• Efisiensi Volumetris Terhadap Tinggi Terjunan



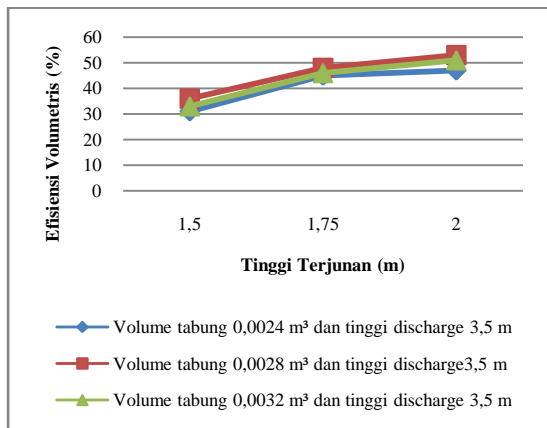
Gambar 6. Grafik Efisiensi Volumetris Terhadap Tinggi Terjunan dengan tinggi pipa *Discharge* 2,5 m

Berdasarkan Gambar 6 di atas maka dapat dilihat bahwa efisiensi volumetris tertinggi adalah pada volume tabung 0,0028 m³ dan tinggi *discharge* 2,5 m dengan tinggi terjunan 2 m dengan efisiensi volumetris sebesar 49 %, sedangkan untuk efisiensi volumetris terendah adalah pada volume tabung 0,0024 m³ dan tinggi *discharge* 2,5 m dengan tinggi terjunan 1,5 m dengan efisiensi volumetris sebesar 37 %.



Gambar 7. Grafik Efisiensi Volumetris Terhadap Tinggi Terjunan dengan tinggi pipa *Discharge* 3 m

Berdasarkan Gambar 7 di atas maka dapat dilihat efisiensi volumetris tertinggi adalah pada volume tabung 0,0028 m³ dan tinggi *discharge* 3 m dengan tinggi terjunan 2 m dengan efisiensi volumetris sebesar 51 %, sedangkan untuk efisiensi volumetris terendah adalah pada volume tabung 0,0024 m³ dan tinggi *discharge* 3 m dengan tinggi terjunan 1,5 m dengan efisiensi volumetris sebesar 29 %.

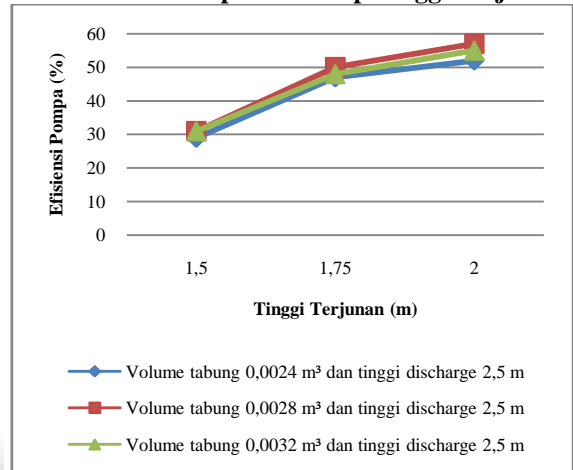


Gambar 8. Grafik Efisiensi Volumetris Terhadap Tinggi Terjunan dengan tinggi pipa Discharge 3,5 m

Berdasarkan Gambar 8 di atas maka dapat dilihat bahwa efisiensi volumetris tertinggi adalah pada volume tabung $0,0028 \text{ m}^3$ dan tinggi discharge 3,5 m dengan tinggi terjunan 2 m dengan efisiensi volumetris sebesar 53 %, sedangkan untuk efisiensi volumetris terendah adalah pada volume tabung $0,0024 \text{ m}^3$ dan tinggi discharge 3,5 m dengan tinggi terjunan 1,5 m dengan efisiensi volumetris sebesar 31 %.

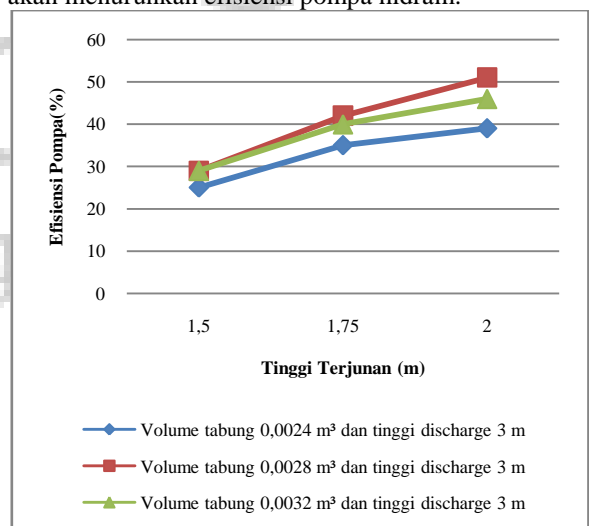
Pada ketinggian terjunan 2 m dengan tabung udara $0,0028 \text{ m}^3$ menghasilkan kapasitas discharge besar sehingga efisiensi volumetris juga meningkat. Pada kondisi volume tabung udara $0,0024 \text{ m}^3$ air masuk dan mengompresikan udara dalam tabung hingga udara bertekanan tinggi sehingga air tertekan ke bawah kembali sehingga katup hantar lama untuk membuka kembali, kondisi ini membuat air semakin sedikit untuk di hantarkan melalui pipa discharge dan justru akan menurunkan efisiensi pompa hidram karena akan membuat kompresi udara terlalu besar. Pada saat volume tabung udara $0,0028 \text{ m}^3$ air yang masuk ke dalam tabung seimbang dengan kompresi udara yang berada dalam tabung udara dengan kondisi ini membuat katup hantar terbuka dan tertutup secara seimbang dengan peningkatan volume air discharge sehingga efisiensi volumetris pompa juga ikut naik. Pada volume tabung $0,0032 \text{ m}^3$ udara dalam tabung tidak dapat di kompresikan secara maksimal hingga membuat tabung udara hanya berisi air yang mengakibatkan air tidak dapat di kompresikan secara maksimal menuju pipa discharge penurunan volume air discharge membuat menurunnya efisiensi volumetris pompa. Ketinggian terjunan juga mempengaruhi efisiensi, semakin tinggi terjunan dan semakin kecil volume tabung udara membuat tekanan masuk dengan tekanan tabung udara tidak seimbang sehingga justru akan menurunkan efisiensi pompa hidram.

• Efisiensi Pompa Terhadap Tinggi Terjunan



Gambar 9. Grafik Efisiensi Pompa Terhadap Tinggi Terjunan dengan tinggi pipa Discharge 2,5 m

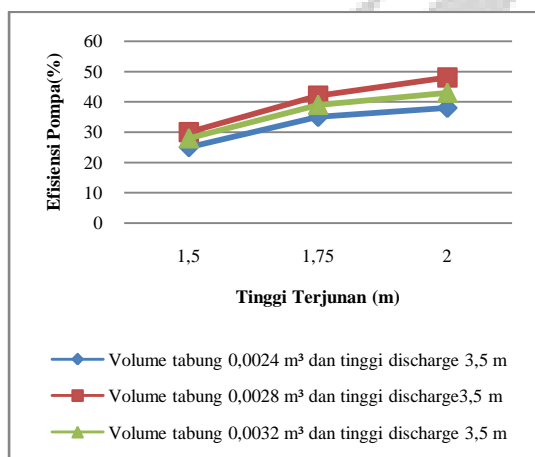
Berdasarkan Gambar 9 di atas maka dapat dilihat bahwa efisiensi pompa tertinggi adalah pada volume tabung $0,0028 \text{ m}^3$ dan tinggi discharge 2,5 m dengan tinggi terjunan 2 m dengan efisiensi pompa sebesar 57 %, dimana pada kondisi ini debit yang dihasilkan oleh pompa adalah yang paling banyak dibandingkan dengan volume tabung udara dan tinggi terjunan yang lainnya dimana pada kondisi ini kinerja dari pompa hidram juga maksimum sehingga efisiensi pompa juga maksimum. sedangkan untuk efisiensi pompa terendah adalah pada volume tabung $0,0024 \text{ m}^3$ dan tinggi discharge 2,5 m dengan tinggi terjunan 1,5 m dengan efisiensi pompa sebesar 29 %. Hal ini dikarenakan pada kondisi ini volume tabung udara kecil yang menyebabkan tekanan air untuk membuka katup penghantar lebih lama sehingga air lebih sedikit mengalir melalui katup penghantar. sehingga justru akan menurunkan efisiensi pompa hidram.



Gambar 10. Grafik Efisiensi Pompa Terhadap Tinggi Terjunan dengan tinggi pipa Discharge 3 m

Berdasarkan Gambar 10 di atas maka dapat dilihat bahwa efisiensi pompa tertinggi adalah pada

volume tabung $0,0028 \text{ m}^3$ dan tinggi *discharge* 3 m dengan tinggi terjunan 2 m dengan kapasitas efisiensi pompa 51 %, dimana pada kondisi ini debit yang dihasilkan oleh pompa adalah yang paling banyak dibandingkan dengan volume tabung udara dan tinggi terjunan yang lainnya dimana pada kondisi ini kinerja dari pompa hidram juga maksimum sehingga efisiensi pompa juga maksimum. sedangkan untuk kapasitas *discharge* terendah adalah pada volume tabung $0,0024 \text{ m}^3$ dan tinggi *discharge* 3 m dengan tinggi terjunan 1,5 m dengan efisiensi pompa 25 %. Hal ini dikarenakan pada kondisi ini volume tabung udara kecil yang menyebabkan tekanan air untuk membuka katup penghantar lebih lama sehingga air lebih sedikit mengalir melalui katup penghantar. sehingga justru akan menurunkan efisiensi pompa hidram.



Gambar 11. Grafik Efisiensi Pompa Terhadap Tinggi Terjunan dengan tinggi pipa *Discharge* 3,5 m

Berdasarkan Gambar 11 di atas maka dapat dilihat bahwa bahwa efisiensi pompa tertinggi adalah pada volume tabung $0,0028 \text{ m}^3$ dan tinggi *discharge* 3,5 m dengan tinggi terjunan 2 m dengan efisiensi pompa 50 %, dimana pada kondisi ini debit yang dihasilkan oleh pompa adalah yang paling banyak dibandingkan dengan volume tabung udara dan tinggi terjunan yang lainnya dimana pada kondisi ini kinerja dari pompa hidram juga maksimum sehingga efisiensi pompa juga maksimum. sedangkan untuk kapasitas *discharge* terendah adalah pada volume tabung $0,0024 \text{ m}^3$ dan tinggi *discharge* 3,5 m dengan tinggi terjunan 1,5 m dengan efisiensi pompa sebesar 25 %.. Hal ini dikarenakan pada kondisi ini volume tabung udara kecil yang menyebabkan tekanan air untuk membuka katup penghantar lebih lama sehingga air lebih sedikit mengalir melalui katup penghantar. sehingga justru akan menurunkan efisiensi pompa hidram.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, pengujian, analisa, dan pembahasan yang telah dilakukan tentang pengaruh ketinggian terjunan dan volume tabung udara terhadap kinerja pompa hidram, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Pertambahan tinggi terjunan sebanding dengan peningkatan Kapasitas *Discharge*, Efisiensi Volumetris, dan Efisiensi Pompa. Pada perancangan pompa hidram didapatkan ketinggian terjunan yang paling optimal yaitu pada ketinggian terjunan 1,75 meter dengan Kapasitas *discharge* sebesar 5,74 liter/menit, efisiensi volumetris 45 %, dan efisiensi pompa 40 %, dengan variasi volume tabung udara $0,0028 \text{ m}^3$ dan tinggi pipa *discharge* 3,5 m.
- Pertambahan volume tabung udara tidak selalu sebanding dengan peningkatan Kapasitas *Discharge*, Efisiensi Volumetris, dan Efisiensi Pompa. Pada perancangan pompa hidram didapatkan Volume tabung udara yang paling optimal yaitu pada Volume tabung udara $0,0028 \text{ m}^3$ dengan Kapasitas *discharge* sebesar 5,74 liter/menit, efisiensi volumetris 45 %, dan efisiensi pompa 40 %, dengan variasi tinggi terjunan 2m dan tinggi pipa *discharge* 3,5 m.
- Semakin tinggi pipa *discharge* maka semakin tinggi kapasitas *discharge*. Pada perancangan pompa hidram didapatkan ketinggian terjunan yang paling optimal yaitu pada ketinggian pipa *discharge* 3,5 meter dengan Kapasitas *discharge* sebesar 5,74 liter/menit, efisiensi volumetris 45 %, dan efisiensi pompa 40 %, dengan variasi volume tabung udara $0,0028 \text{ m}^3$ dan tinggi terjunan 1,75 m.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, pengujian, analisa, dan pembahasan yang telah dilakukan tentang pengaruh ketinggian terjunan dan volume tabung udara terhadap kinerja pompa hidram, maka dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut:

- Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat dalam penelitian pompa hidram di harapkan penggunaan alat ukur yang lebih akurat.
- Untuk mengetahui volume air yang masuk kedalam tabung udara sebaiknya tabung udara di buat dari bahan yang transparan.
- Untuk penelitian lebih lanjut perlu dilakukan penelitian dalam menentukan tinggi terjunan dan volume tabung udara yang mampu menghasilkan kapasitas, efisiensi volumetris dan efisiensi pompa yang optimal pada pompa hidram.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashar, Zunaidy. 2012. *Pengaruh Variasi Ketinggian Sumber Air Inlet Terhadap Kinerja Pompa Hidram*. Surabaya: Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.

JONES PE., GARR M., *Pumping Station Design Third Edition.*, Elsevier's Science & Technology Rights Department in Oxford, UK.

Panjaitan, Daniel Ortega. 2012. *Rancang Bangun Pompa Hidram dan Pengujian Pengaruh Variasi Tinggi Tabung Udara dan Panjang Pipa Pemasukan Terhadap Unjuk Kerja Pompa Hidram.* Jurnal Dinamis. Vol.2.

Priyanto, Eko Singgih dan Ridwan. ST. MT. 2008. *Fluid Flow Analysis In Pipe Diameter 12.7 Mm Acrylic (0.5 Inches) And 38.1 Mm (1.5 Inch).* Gunadharma University. <http://www.gunadharma.ac.id>.

R. Munson, Bruce, Donald F. Young, Theodore H. Okiishi, 2003, *Mekanika Fluida Edisi Keempat Jilid 2*, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Siahaan, Palurian. 2013. *Rancang Bangun dan Uji Eksperimental Pengaruh Variasi Panjang Driven Pipe dan Diameter Air Chamber Terhadap Efisiensi Pompa Hidra.* Jurnal Dinamis. Vol.2.

Samsudin, Anis ST., MT. Dan Karnowo ST., MT. *Dasar Pompa.* Semarang: PKUPT UNNES/Pusat Penamin Mutu.

Suarda, Made. 2013. *Perancangan dan Pengujian Katup Membran Pada Katup Tekan Pompa Hydram.* Jurnal Dinamis. Vol.2.

Sugiyono. 2007. *Metode Penelitian Kualitatif, Kuantitatif dan R & D.* Bandung: Penerbit Kanisius

Widarto, L. & FX. Sudarto C. Ph. (2000). *Teknologi Tepat Guna: Membuat Pompa Hidram.* Kanisius. Yogyakarta.

