

VARIASI PENGGUNAAN VOLUME TABUNG UDARA TERHADAP EFISIENSI POMPA HIDRAM DUA KATUB LIMBAH

Oleh : Muhammad Rusdi¹⁾ dan Benny Kurniawan²⁾

ABSTRACT

Water is the source of life for living beings. One of the efforts to fulfillment of water demand, particularly in areas where the elevation is higher than the water source, using a hydram pump. At this time, the pump ttype was used is a pump with using an electric motor or diesel power, which is required a fuel oil so that require additional costs in the operation. To resolve this problem, the thought of appear to create an appropriate technology devices that is a hydram pump which does not use an electric motor power. Research aimed to determine the water debit and level of water flow out which is productet by air-tube variation volume, determine the efficiency of hydram by using variations volume of air tube. Research was conducted on August 2016 at Laboratory of Energy and Farm Machinery, Agricultural Engineering Studies Program, Sekolah Tinggi Pertanian (STIPER) Kutai Timur and tool testing on the area of East Kutai Agriculture College. Research method were used is analysis method and linear regression. The data was obtained through the testing will be analyzed by using empirical formulas that support calculation of data processing. Research results showed that the average efficiency of hydram pump according to D'Aubuisson, on the volume of air-tube 1 amounted to 1,845%, volume of air-tube 2 amounted to 1,557%, volume of air-tube 3 amounted to 1,225%, and volume of air-tube 4 amounted to 0,923%.

Keywords : *Water, Hydram Pump, Air-Tube Volume, Efficiency*

PENDAHULUAN

Kalimantan Timur memiliki luas wilayah daratan 127.267,52 km² dan luas pengelolaan laut 25.656 km² terletak antara 113°44' Bujur Timur dan 119°00' Bujur Timur serta diantara 2°33' Lintang Utara dan 2°25' Lintang Selatan. Kutai Timur terletak di wilayah katulistiwa dengan koordinat di antara 115°56'26"-118°58'19" BT dan 1°17'1" LS-1°52'39" LU (Agusmincom. 2009), dan juga merupakan salah satu kabupaten yang ada di provinsi kalimantan timur. Kutai Timur memiliki keadaan topografi atau relief yang bervariasi atau dimana kondisi daerah yang tidak rata. Sebagian daerah yang ada di Kutai Timur ada yang jauh dari danau dan sungai serta ada juga yang dekat dari danau dan sungai, ada juga daerah yang lokasinya rendah daripada danau dan sungai serta ada juga daerah yang lokasinya tinggi daripada danau dan sungai.

Dengan kondisi daerah yang bervariasi tersebut, masyarakat harus melakukan berbagai cara untuk pemenuhan kebutuhan air, baik untuk kebutuhan sehari-hari, maupun untuk kebutuhan pertanian dengan memanfaatkan danau-danau yang ada, aliran sungai dan sumber air. Masyarakat yang berada di bawah atau tidak jauh dari sumber air, tidak perlu bersusah payah menyediakan air untuk kebutuhan mereka. Karena sesuai dengan hukum fisika, air mengalir dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah. Jadi bagi masyarakat yang tinggal di

daerah seperti itu, tinggal membuat jalur- jalur perpipaan untuk mengalirkan air ke rumah-rumah atau ke lahan pertanian mereka. Sedangkan bagi masyarakat yang berada jauh dari sumber air atau berada pada daerah yang lebih tinggi dari pada sumber air, dapat menggunakan peralatan mekanis untuk membantu dalam penyediaan air.

Pompa adalah peralatan mekanis yang dapat digunakan untuk membantu penyaluran air dari tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi atau dari satu tempat ke tempat lain dengan jarak tertentu (Suwasono. 2008). Pompa adalah peralatan mekanis untuk mengubah energi mekanik dari mesin penggerak pompa menjadi energi tekan fluida yang dapat memindahkan fluida (air) ke tempat yang lebih tinggi elevasinya. Pada umumnya, penggerak utama pompa yang digunakan adalah motor listrik yang memerlukan konsumsi energi listrik sebagai tenaga penggerak. Masalahnya, tidak semua daerah telah mendapatkan aliran listrik, masih banyak daerah yang belum dapat menikmati listrik dalam kesehariannya, atau dengan kata lain, biaya untuk pengoperasian pompa mekanis ini mahal dan tidak dapat di jangkau oleh semua masyarakat, khususnya yang berada jauh dari daerah perkotaan.

Pompa *hydraulic ram* (hidram) digunakan untuk memindahkan fluida dari tempat tinggi ke tempat yang lebih tinggi. Mekanisme kerja pompa hidram adalah melipat-gandakan kekuatan pukulan air pada tabung udara, dimana terjadi perubahan energi kinetik air menjadi tekanan dinamik yang menimbulkan *water hammer* (palu air). Tekanan dinamik akan diteruskan ke dalam tabung udara yang berfungsi sebagai penguat. Akan tetapi kerja pompa ini tidak dapat memompa semua air yang masuk. Jadi sebagian air terpompa dan sebagian dibuang melalui katup limbah (Sulistiawan. 2013).

Upaya untuk penyaluran air tanpa listrik dan tanpa bahan bakar adalah pompa hidram. Pompa *Hydraulic Ram* (Hidram) adalah sebuah pompa yang tidak memerlukan energi luar (motor listrik) sebagai sumber tenaga penggerak utama. Pompa hidram bekerja berdasarkan prinsip palu air, tekanan air dan juga tabung udara. Ketika air dihentikan secara tiba-tiba, maka perubahan tekanan air tersebut meningkatkan tekanan air dalam pompa hidram secara tiba-tiba pula. Peningkatan tekanan fluida ini digunakan untuk mengangkat sebagian fluida tersebut ke tempat yang lebih tinggi (Suarda dan Wirawan. 2008). Penggunaan tabung udara pada pompa hidram akan berpengaruh terhadap tekanan air yang dihasilkan atau debit air yang keluar dari pipa penyalur.

Pompa hidram tidak menggunakan sumber energi dari luar untuk bekerja, tetapi pompa ini menggunakan pukulan atau hantaman air itu sendiri sebagai tenaga penggerak. Karena itu, masuknya air ke dalam rumah pompa harus secara kontinyu. (Sulistiawan. 2013).

Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian variasi penggunaan volume tabung udara pada pompa hidram dua katub limbah untuk mengetahui debit, tinggi air keluar dan efisiensi pompa hidram yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan mengetahui debit air dan tinggi air keluar yang dihasilkan dengan penggunaan variasi volume tabung udara pada pompa hidram dua katub limbah, dan mengetahui efisiensi pompa hidram dua katub dengan penggunaan variasi volume tabung udara. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat tentang pompa hidram, sebagai solusi untuk mengalirkan air dari tempat rendah ke tempat yang lebih tinggi elevasinya tanpa menggunakan listrik dan bahan bakar minyak.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2016 dan bertempat di Laboratorium Ilmu Dasar dan Laboratorium Mekanisasi Pertanian Sekolah Tinggi Pertanian Kutai Timur. Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain: Drum, Ember, Alat uji (Pompa Hidram), Alat tulis menulis, Kamera, Stopwatch, dan Gelas ukur. Sedangkan bahan Yang digunakan pada penelitian ini antara lain: Pipa PVC 1 inci 2 batang (panjang pipa 1 batang yaitu 4 meter), Sambungan L 1 inci 3 buah, Sambungan T 1 inci 3 buah, Sambungan T 2 inci 1 buah, Sambungan L 2 inci 2 buah, Reduser 2 inci ke 1 inci 3 buah, Reduser 4 inci ke 2 inci 4 buah, Sambungan Ulir 1 inci 4 buah, Sambungan Ulir 2 inci 4 buah, Pipa PVC 4 inci 1 batang, Penutup pipa PVC 4 inci 4 buah, Sealtip 1 buah, dan Lem pipa PVC.

A. Prosedur Penelitian

Dalam penelitian yang dilakukan dengan menggunakan variasi tabung udara pada pompa hidram, adapun prosedur yang dilakukan yaitu:

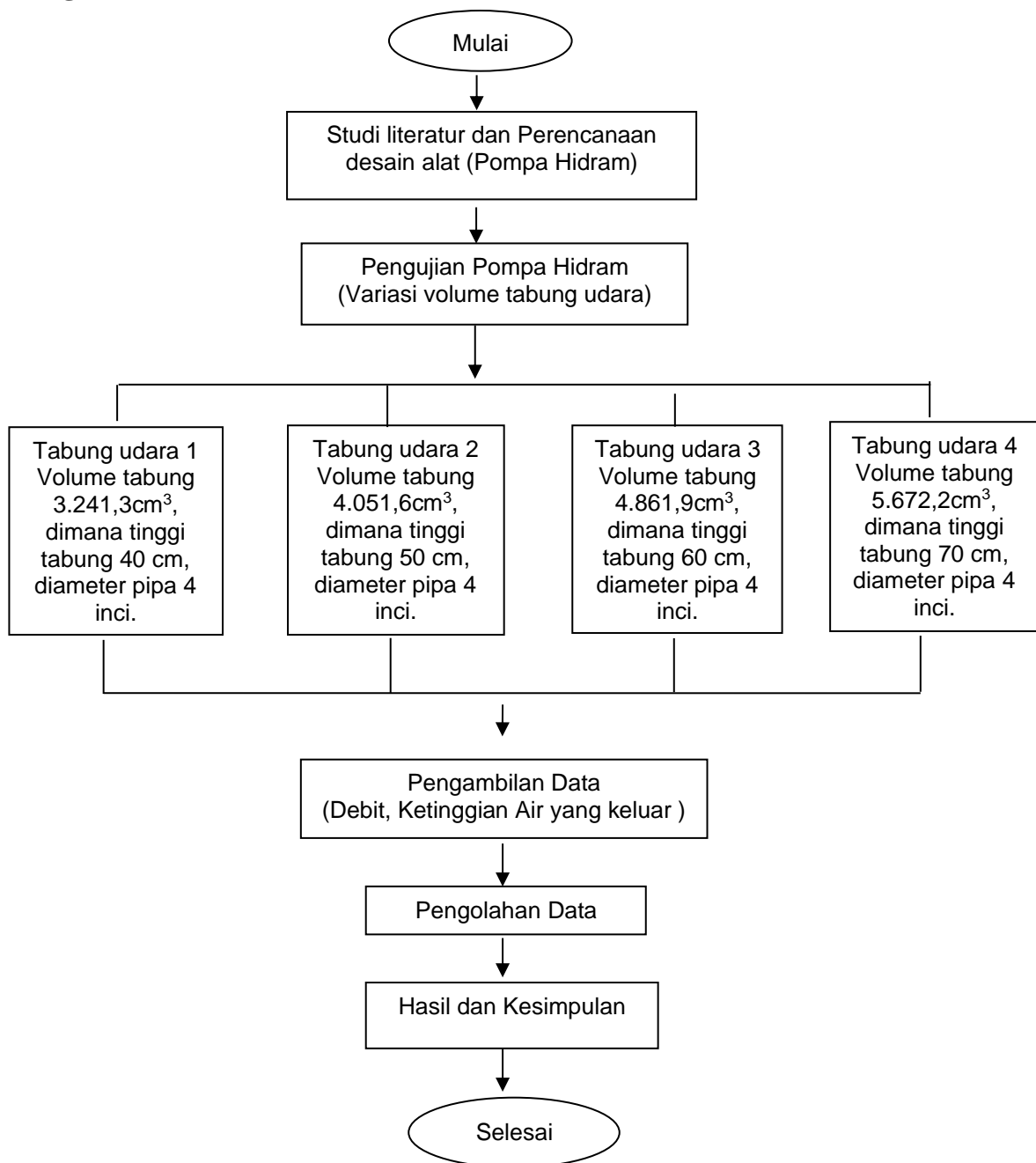
1. Mengisi bak *reservoir* air sebagai suplai untuk pompa, dengan ketinggian 2 meter yang mempunyai kapasitas 300 liter.
2. Memasang semua instalasi pompa dan memastikan instalasi terpasang dengan baik sehingga tidak terdapat kebocoran.
3. Memasang variasi tabung udara pada pompa hidram.
4. Sebelum penelitian dilakukan, pompa dioperasikan terlebih dahulu, agar berjalan maksimal. Setelah pompa berjalan stabil atau dalam kondisi baik, baru dilakukan pengambilan data.
5. Melakukan pengambilan data.
6. Mengolah data hasil pengujian alat.

B. Parameter Yang Diamati

Adapun variabel yang diamati dalam penelitian ini yaitu:

1. Debit air yang terbuang.
2. Debit air yang keluar dari pipa output atau pipa penyalur.
3. Ketinggian air yang keluar dari pipa output atau pipa penyalur.

C. Diagram Alir Penelitian

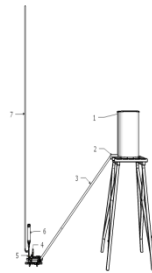


Gambar 1. Diagram alir penelitian

Gambar Pompa Hidram dan Instalasi Pompa Hidram



Gambar 2. Pompa Hidram Dua Katub



Gambar 3. Instalasi Pompa Hidram Dua Katub

Keterangan Gambar :

1. Bak *Reservoir* (bak suplai).
2. Valve.
3. Pipa Penghantar.
4. Katub Limbah
5. Katub Hantar.
6. Tabung Udara
7. Pipa Penyalur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Alat Pompa Hidram Yang Digunakan Pada Penelitian

Pada penelitian yang telah dilaksanakan, menggunakan pompa hidram dengan ukuran panjang 70 cm, lebar 50 cm dan badan pompa dengan diameter pipa yang digunakan adalah 1 inci. Pipa yang digunakan dalam penelitian ini adalah pipa PVC merek wavin. Ukuran pipa yang digunakan pada pompa hidram ini yaitu pipa 4 inci, pipa 2 inci, pipa 1 inci dan pipa ½ inci. Pompa hidram dalam penelitian ini menggunakan 2 buah katub limbah dan 1 buah katub hisap. Pipa dengan ukuran 4 inci digunakan sebagai bahan untuk membuat tabung udara, dengan masing-masing tinggi tabung udara yaitu 40 cm, 50 cm, 60 cm dan 70 cm. Pipa dengan ukuran 2 inci digunakan untuk menyambungkan pipa masuk ke badan pompa hidram dengan menggunakan reduser 2 inci ke 1 inci. Pipa 1 inci digunakan sebagai pipa masuk ke badan pompa hidram dengan panjang 5 meter dan pipa ½ inci digunakan sebagai pipa penyalur untuk menyalurkan air ke tempat yang diinginkan dengan panjang 24 meter.

Cara kerja dari alat pompa hidram yang digunakan pada penelitian adalah air pada bak suplai masuk kedalam rumah pompa hidram melalui pipa penghantar. Katub limbah yang pada awalnya dalam kondisi terbuka, memancing air untuk keluar melalui katub limbah. Karena air yang dari bak suplai mengalir secara terus-menerus, sehingga mengakibatkan katub limbah tertutup. Dengan menutupnya katub limbah, maka menghasilkan tekanan dalam

rumah pompa, yang akhirnya air membuka katub hantar sehingga air keluar melalui katub hantar.

Pada saat pengujian dilaksanakan, air yang masuk kedalam pompa hidram ditampung terlebih dahulu pada bak pemampung (*reservoir*) dengan kapasitas bak adalah 300 liter, karena air masuk kedalam pompa hidram harus kontinyu dan konstan agar pompa dapat beroperasi dengan baik. Tinggi bak *reservoir* yang digunakan yaitu 2 meter. Diantara pipa masuk dan bak *reservoir* dipasang *valve* (kran air) yang digunakan untuk mengatur besar kecilnya volume air yang masuk ke pompa hidram. Sumber air pada bak *reservoir* adalah air PDAM yang dialirkan dengan menggunakan selang ukuran 1 ½ inci.

B. Data Hasil Perhitungan Data Pengujian

Data hasil perhitungan pengujian alat pompa hidram dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 1. Data hasil perhitungan alat pompa hidram

No	Tinggi Bak Reservoir (m)	Variasi Volume Tabung Udara	Tinggi Air Keluar (m)	Debit Masuk (Q1) (m ³)	Debit Keluar (Q2) (m ³)	Debit Limbah (Q3) (m ³)	Efisiensi (%)
1	2	3.241,3 cm ³	4	0,001257	0,000413	0,00084	0,658
			8	0,001257	0,000398	0,00086	1,268
			12	0,001257	0,000388	0,00087	1,854
			16	0,001257	0,000379	0,00088	2,413
			20	0,001257	0,000353	0,0009	2,812
Rata-Rata			12	0,001257	0,0003862	0,00087	1,845
2	2	4.051,6 cm ³	4	0,001257	0,000407	0,00085	0,647
			8	0,001257	0,000397	0,00086	1,263
			12	0,001257	0,000385	0,00087	1,838
			16	0,001257	0,000378	0,00088	2,403
Rata-Rata			10	0,001257	0,00039175	0,000865	1,557
3	2	4.861,9 cm ³	4	0,001257	0,000398	0,00086	0,634
			8	0,001257	0,000387	0,00087	1,231
			12	0,001257	0,00037	0,00089	1,766
Rata-Rata			8	0,001257	0,000385	0,0008733333	1,225
4	2	5.672,2 cm ³	4	0,001257	0,000393	0,00086	0,626
			8	0,001257	0,00038	0,00088	1,209
Rata-Rata			6	0,001257	0,0003865	0,00087	0,923

Sumber: Data hasil pengujian

B. Hubungan antara variasi volume tabung udara dan tinggi air keluar terhadap debit keluar (Q2)

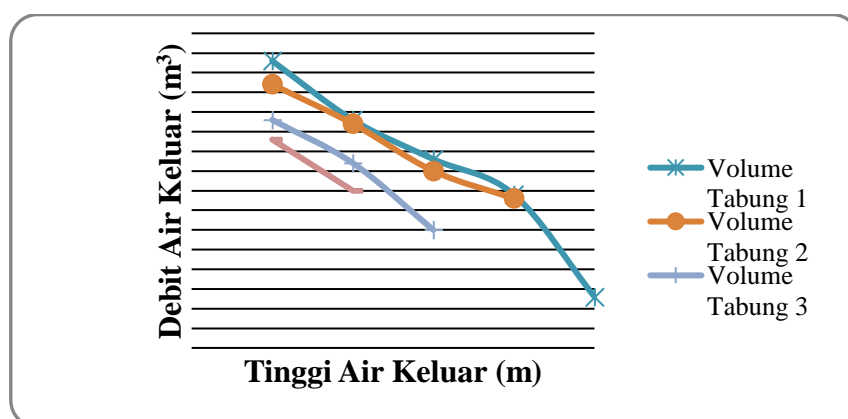
Data hasil perhitungan tinggi air terhadap debit keluar (Q2) dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Data Hasil Perhitungan Debit Keluar (Debit Hasil)

No	Variasi Volume Tabung Udara	Tinggi Air Keluar (m)	Debit Air Keluar (Q2) (m ³)
1	3.241,3 cm ³	4	0,000413
		8	0,000398
		12	0,000388
		16	0,000379
		20	0,000353
	Rata-Rata	12	0,0003862
2	4.051,6 cm ³	4	0,000407
		8	0,000397
		12	0,000385
		16	0,000378
	Rata-Rata	10	0,00039175
3	4.861,9 cm ³	4	0,000398
		8	0,000387
		12	0,00037
	Rata-Rata	8	0,000385
4	5.672,2 cm ³	4	0,000393
		8	0,00038
			Rata-Rata

Sumber: Data Hasil Pengujian

Debit keluar merupakan debit hasil atau jumlah volume air yang keluar dari pompa hidram. Berdasarkan tabel hasil perhitungan diatas pada setiap pengujian variasi volume tabung udara dan tinggi air keluar terhadap debit keluar yang dihasilkan mengalami penurunan. Dapat dilihat pada grafik 1 berikut ini:



Gambar 4. Tinggi air keluar terhadap debit keluar pada setiap volume tabung udara

Volume tabung udara dapat mempengaruhi tinggi air keluar dan debit keluar karena air yang masuk kedalam tabung udara mengkompresikan udara dalam tabung yang akan menghasilkan tekanan, sehingga katub hisap akan tertutup akibat adanya tekanan dalam tabung udara sehingga air tidak bisa lagi kembali kebawah dan akan keluar melalui pipa penyalur. Sama halnya dengan pernyataan (Sodiqin. 2015) yang mengatakan air masuk mengkompresikan udara dalam tabung udara hingga udara bertekanan tinggi dan air tertekan ke bawah untuk menutup katub penghantar sehingga air keluar melalui pipa penyalur.

Berdasarkan tabel diatas, hubungan variasi volume tabung udara dengan tinggi air keluar terhadap debit keluar menunjukkan penurunan, dimana semakin tinggikeluaran air maka semakin sedikit pula jumlah debit air yang dihasilkan, dan semakin rendah keluaran air maka semakin sedikit banyak jumlah debit air yang dihasilkan, dan dimana keadaan air sudah mencapai batas maksimal keluaran, atau dimana tekanan air yang masuk dengan tekanan air yang keluar adalah sama. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Suroso. 2012) bahwa semakin tinggi keluaran air yang ingin dicapai maka semakin sedikit pula jumlah debit air yang dihasilkan, dan semakin rendah keluaran air yang ingin dicapai maka semakin sedikit banyak jumlah debit air yang dihasilkan. Pada setiap variasi volume tabung udara terdapat ketinggian maksimal keluaran air. Ketinggian maksimal yaitu keadaan dimana air sudah tidak mampu lagi untuk naik. Debit air yang masuk kedalam pompa hidram adalah konstan yaitu $0,001257 \text{ m}^3$, karena tinggi bak *reservoir* tetap dan air selalu dalam keadaan penuh. Pada variasi volume tabung udara 1, tinggi maksimal mencapai 20 meter dengan debit $0,000353 \text{ m}^3$, pada variasi volume tabung udara 2, tinggi maksimal mencapai 16 meter dengan debit $0,000378 \text{ m}^3$, pada variasi volume tabung udara 3, tinggi maksimal mencapai 12 meter dengan debit $0,00037 \text{ m}^3$, Pada variasi volume tabung udara 4, tinggi maksimal mencapai 8 meter dengan debit $0,00038 \text{ m}^3$.

C. Hubungan antara variasi volume tabung udara dan tinggi air keluar terhadap debit limbah (Q3)

Data hasil perhitungan hubungan variasi volume tabung udara dan tinggi air terhadap debit limbah dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

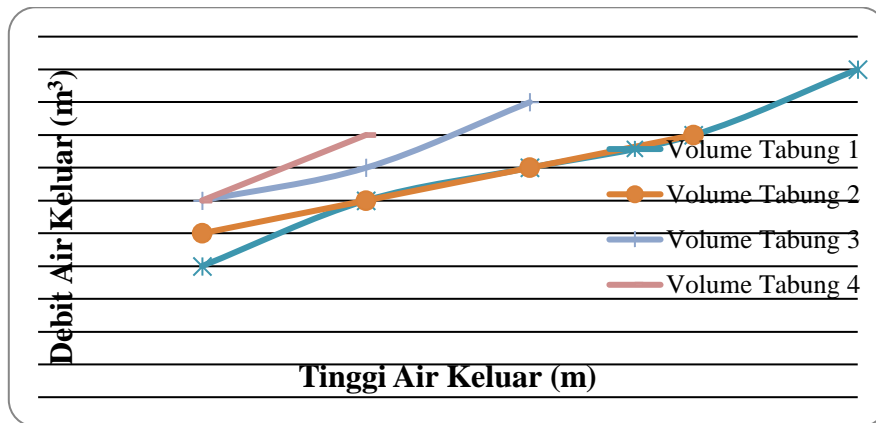
Tabel 3. Data Hasil Perhitungan Debit Limbah

No	Variasi Volume Tabung Udara	Tinggi Air Keluar (m)	Debit Limbah (Q3) (m^3)
1	3.241,3 cm^3	4	0,00084
		8	0,00086
		12	0,00087
		16	0,00088
		20	0,0009
Rata-Rata		12	0,00087
2	4.051,6 cm^3	4	0,00085
		8	0,00086
		12	0,00087
		16	0,00088
		Rata-Rata	
3	4.861,9 cm^3	4	0,00086
		8	0,00087
		12	0,00089

	Rata-Rata	8	0,000873333
4	5.672,2 cm ³	4	0,00086
		8	0,00088
	Rata-Rata	6	0,00087

Sumber: Data Hasil pengujian

Debit limbah merupakan debit atau volume air yang keluar dari katub limbah atau katub buang. Berdasarkan tabel data perhitungan hubungan antara variasi volume tabung udara dan tinggi air keluar terhadap debit limbah diatas terlihat bahwa semakin tinggi keluaran air, semakin tinggi juga debit limbah yang dihasilkan. Dapat dilihat pada grafik 2 berikut.



Gambar 5. Tinggi air keluar terhadap debit limbah pada setiap volume tabung udara

Berdasarkan grafik diatas menunjukkan adanya kenaikan pada jumlah debit katub limbah. Semakin tinggi keluaran air, debit limbah yang dihasilkan akan semakin besar, karena air tidak mampu lagi untuk naik keatas oleh karena adanya gaya gravitasi, sehingga akan memberi tekanan kebawah pada katub hisap, yang menyebabkan katub hisap membutuhkan waktu yang lama untuk terbuka. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Tua, Akim dkk. 2014) bahwa semakin tinggi pipa buang semakin bertambah besarnya gaya gesek dan gravitasi sehingga berkurangnya energi aliran dalam pipa buang dan jarak tempuh akan memberi waktu yang lama pada air untuk keluar dari pipa buang, sehingga kondisi ini akan memberikan debit pemompaan kecil sedangkan debit buang sangat besar. Debit air yang masuk kedalam pompa hidram adalah konstan yaitu 0,001257 m³, karena tinggi bak *reservoir* tetap dan air selalu dalam keadaan penuh.

Pada volume tabung udara 1, debit limbah tertinggi 0,0009 m³ pada tinggi keluar 20 meter dan debit limbah terendah 0,00084 m³ pada ketinggian 4 meter. Pada volume tabung udara 2, debit limbah tertinggi 0,00088 m³ pada tinggi keluar 16 meter dan debit limbah terendah 0,00085 m³ pada ketinggian 4 meter. Pada volume tabung udara 3, debit limbah tertinggi 0,00089 m³ pada tinggi keluar 12 meter dan debit limbah terendah 0,00086 m³ pada ketinggian 4 meter. Pada volume tabung udara 4, debit limbah tertinggi 0,00088 m³ pada tinggi keluar 8 meter dan debit limbah terendah 0,00086 m³ pada ketinggian 4 meter.

D. Pengaruh variasi volume tabung udara terhadap efisiensi pompa (%)

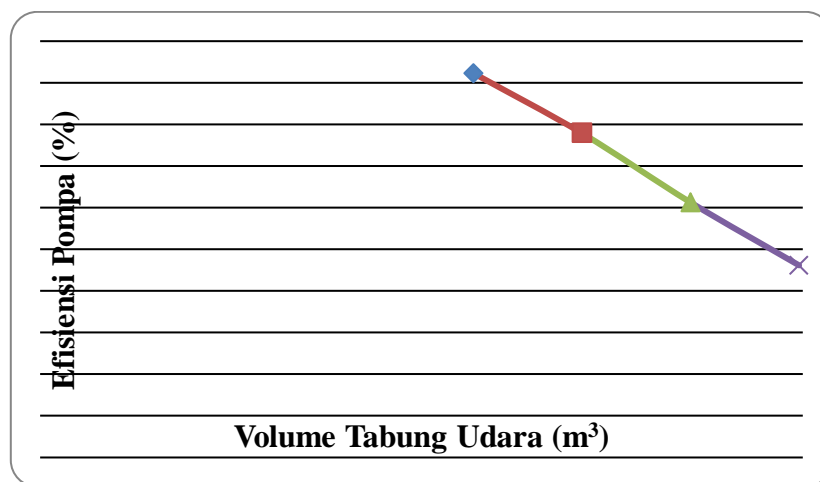
Data hasil perhitungan variasi volume tabung udara terhadap efisiensi pompa hidram dapat dilihat pada tabel 4 berikut:

Tabel 4. Data Hasil Perhitungan Rata-Rata Efisiensi Pompa Hidram

Tinggi Bak Reservoir (m)	Variasi Volume Tabung Udara (cm ³)	Efisiensi (%)
2	3.241,30	1,845
	4.051,60	1,557
	4.861,90	1,225
	5.672,20	0,923

Sumber: Data Hasil Pengujian.

Dari tabel data hasil perhitungan hubungan variasi volume tabung udara terhadap efisiensi diatas dapat dilihat bahwa pada setiap peningkatan atau semakin besar volume tabung udara efisiensi berkurang. Dapat dilihat pada grafik 3 berikut.



Gambar 6. Hubungan antara variasi volume tabung udara terhadap efisiensi pompa hidram

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa semakin besar volume tabung udara efisiensi pompa juga berkurang. Menurut (Sulistiawan, Eko. 2013), hubungan ini merupakan hubungan secara tidak langsung, karena dari persamaan efisiensi D'Aubussion besaran yang digunakan adalah debit air terbuang, debit air pemompan, head efektif pemasukan dan head efektif pemompaan. Walaupun hubungan secara tidak langsung, tetapi volume tabung udara sangat berpengaruh terhadap debit keluar, tinggi air keluar dan debt limbah, seperti pernyataan pada gambar 6, tentang hubungan volume tabung udara dengan debit air keluar dan tinggi air keluar.

Pada volume tabung udara 1 (3.241,3 cm³) efisiensi pompa hidram sebesar 1,845 %. Pada volume tabung udara 2 (4.051,6 cm³) efisiensi pompa hidram sebesar 1,557 %. Pada volume tabung udara 3 (4.861,9 cm³) efisiensi pompa hidram sebesar 1,225 %. Pada volume tabung udara 4 (5.672,2 cm³) efisiensi pompa hidram sebesar 0,923 %.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian alat pompa hidram maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Penggunaan variasi volume tabung udara menghasilkan debit hasil dan tinggi air keluar yang berbeda. Pada variasi volume tabung udara 1, tinggi maksimal mencapai 20 meter

- dengan debit $0,000353 \text{ m}^3$, pada variasi volume tabung udara 2, tinggi maksimal mencapai 16 meter dengan debit $0,000378 \text{ m}^3$, pada variasi volume tabung udara 3, tinggi maksimal mencapai 12 meter dengan debit $0,00037 \text{ m}^3$, pada variasi volume tabung udara 4, tinggi maksimal mencapai 8 meter dengan debit $0,00038 \text{ m}^3$.
2. Variasi volume tabung udara yang berbeda juga memberikan efisiensi yang berbeda pada setiap volume tabung udara. Pada volume tabung udara 1 efisiensi pompa rata-rata 1,845 %, pada volume tabung udara 2 efisiensi pompa rata-rata 1,557 %, pada volume tabung udara 3 efisiensi pompa rata-rata 1,225 % dan pada volume tabung udara 4 efisiensi pompa rata-rata 0,923 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusmincom. 2009. Letak geografis kaltim <https://infokalimantan.wordpress.com/2009/06/03/letak-geografis-kaltim/>. Di akses pada tanggal 23 maret 2016 pukul 19.30
- Ortega Panjaitan, Daniel. Tekad Sitepu. 2012. Rancang bangun pompa hidram dan pengujian variasi tinggi tabung udara dan panjang pipa pemasukan terhadap unjuk kerja pompa hidram. Vol II. No 2. Departemen Teknik Mesin, Universitas Sumatera Utara. Hal 4.
- Sodiqin, subroto dan sunardi wiyono, 2015. Pengaruh variasi volume tabung tekan terhadap efisiensi pompa hidram. Teknik mesin universitas muhammadiyah Surakarta. Hal 8.
- Sulistiawan, Eko. 2013. Pengaruh volume tabung udara dan beban katub limbah terhadap efisiensi unjuk kerja pompa hidram. Vol 5, No. 2. Jurusan teknik mesin universitas widyagama Malang. Halaman 1-2.
- Suroso. Oktober 2012. Pembuatan dan karakterisasi pompa hidrolipada ketinggian sumber 1.6 meter. Sekolah tinggi teknologi nuklir-Badan teknologi nuklir nasional. Halaman 272-275.
- Suwasono, Agus. 2008. Teori dasar pompa hidram [http://www.agussuwasono.com/e-book/e-book-umum/65-wallpaper.html? Showall =1](http://www.agussuwasono.com/e-book/e-book-umum/65-wallpaper.html?Showall=1). Diakses pada tanggal 23 maret 2016