



Pengaruh tinggi terjunan dan panjang langkah katup limbah terhadap unjuk kerja pompa hidram

R. Sutanto**, D. A. Sutrisno*, Nurchayati**

* Mahasiswa S1 Teknik Mesin Unram.

** Staf Pengajar Teknik Mesin Unram.

1. Email: adisutrisnodedi@gmail.com

ARTICLE INFO

Article History:

Received

Accepted

Available online

Keywords:

Hydrum pump

Discharge

Maximum head

Efficiency

ABSTRACT

Water is a basic necessity in everyday life, both for humans, animals and plants. The use of pumps to fulfill water needs is an appropriate solution and has proven successful use by generation and next generation. However, if examined more deeply, there are still constraints faced when faced with the energy needs as a prime mover pump. In general, the main driving force of the pump used is an electric motor that requires the consumption of electric energy and fuel as the driving force of the motor. To overcome this problem arise the idea to make appropriate technology in the pump technology that does not use electricity or diesel, so it is more efficient in terms of cost and more simple maintenance. Hydraulic Ram Pump (Hydrum) is a pump which energy or mover comes from a water hammer that enters the pump through a pipe. The hydraulic pump used in this research is 1.5 inches in diameter and the length of the 4 meters input pipe with varying height of the used (1 meter, 2 meters, 3 meters) and five variations of the valve valve step length (1 cm, 1.5 cm, 2 cm, 2.5 cm, 3 cm).

From the results of the research showed that for the use of high variation of dump and the length of the valve step of the waste obtained the results of research for the increase of every 1 meter different height of the

dump is used to produce an average of $2\frac{1}{2}$ times the

increment produced at the output discharge, the head max produces an average of 51 % increment, and an average of 100% increment for efficiency at 1 meter to 2 meters height dump, while at 2 to 3 meters height dump the resulting efficiency is close to the same. The increment of 0.5 cm each of the length of the step varied on the output discharge produces an average of 9% increment, in the max head produces an average of 10%, and the efficiency produces an average of 8%.

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan pokok dalam kehidupan sehari-hari, baik untuk manusia, hewan maupun tumbuh-tumbuhan. Di Indonesia sendiri masih banyak daerah perbukitan yang sumber airnya jauh dibawah pemukiman penduduk. Untuk mendapatkan kebutuhan air di daerah tersebut tentunya akan mengalami kesulitan, dikarenakan tempat tinggal dan tempat pengambilan air sangatlah jauh dari pemukiman penduduk yang bertempat tinggal di daerah perbukitan. Untuk memperoleh air pada situasi tertentu biasanya diperlukan sebuah alat yaitu pompa.

Beragam penelitian pernah dilakukan untuk mengkaji performansi dari pompa ini. (Sitompul & Hazwi, 2014) melakukan pengujian pengaruh variasi *head supply* dan panjang langkah katup limbah terhadap unjuk kerja pompa hidram. Dalam penelitian pompa hidram yang dilakukan, menggunakan variasi *head supply* 2,3 m, 2,8 m dan 3,3 m dan variasi panjang langkah katup limbah 15 mm, 20 mm dan 25 mm. Tabung udara dengan volume 0,006153 m³ dan panjang pipa pemasukan 15 m. Dari hasil pengujian dan perhitungan diperoleh bahwa *head supply* berpengaruh terhadap tekanan yang diakibatkan oleh palu air dan panjang langkah katup limbah berpengaruh terhadap debit dan kecepatan aliran. *Head* tekanan maksimum sebesar 0,6076 m yang terhubung paralel *head supply* 3,3 m dan panjang langkah katup limbah 25 mm. Efisiensi maksimum pompa hidram sebesar 43,14 % yang terhubung paralel dengan *head supply* 2,3 m dan panjang langkah katup limbah 15 mm.

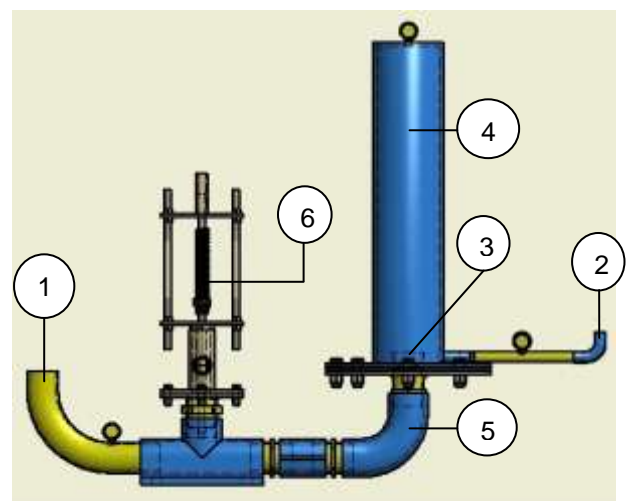
Pada penelitian lain, (Jati, 2015) Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui debit hasil terbanyak pompa hidram PVC 2 inch pada tinggi *output* 3,91 m, 4,91 m, 5,91 m dengan variasi tinggi *input* 0,55 m, 1,05 m, dan 1,55 m, panjang langkah 1 cm, 1,5 cm, 2 cm dan berat beban katup limbah 150 gram, 250 gram, dan 350 gram. Dalam penelitian ini, pada tinggi *output* 3,91 m diperoleh debit hasil terbanyak sebesar 11,57 liter/menit dengan tinggi *input* 1,55 m, panjang langkah 1,5 cm dan berat beban katup limbah 150 gram. Untuk tinggi *output* 4,91 m, debit hasil terbanyak sebesar 11,05 liter/menit diperoleh pada tinggi *input* 1,55 m, panjang langkah 2 cm dan berat beban katup limbah 150 gram. Sedangkan ketinggian *output* 5,91 m debit hasil terbanyak sebesar 7,01 liter/menit diperoleh pada tinggi *input* 1,55 m, panjang langkah 1,5 cm dan berat beban katup limbah 150 gram.

(Utomo & Abidin, 2015) Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui debit hasil terbanyak pompa hidram dengan menggunakan *variable* diameter bukaan katup dan *variable* panjang pipa masuk (*input*) pada pompa hidram apakah sangat

berpengaruh terhadap *head pump* pada pompa hidram. Hal ini dapat dibuktikan dengan percobaan yang dilakukan yaitu dengan menggunakan *variable* diameter bukaan katup 0,065 m, 0,08 m, dan 0,1 m dan panjang pipa masuk (*input*) 18 m, 24 m, dan 30 m. Hasil yang di dapat dari percobaan pertama yaitu dengan menggunakan diameter bukaan katup 0,065 m dengan tiga *variabele* yaitu panjang pipa 18 m, 24 m, dan 30 m, menghasilkan debit air paling besar yaitu 6,44 liter/menit dan *head pump* setinggi 156 m, selanjutnya dengan percobaan dengan menggunakan diameter bukaan katup 0,08 m pada ketiga *variabele* menghasilkan debit 6,59 liter/menit dengan *head pump* 166 m, kemudian dengan pengujian ketiga dengan menggunakan diameter bukaan katup 0,1 m dengan ke tiga *variabele* menghasilkan debit air sebesar 6,68 liter/menit dengan *head pump* 173 m.

DASAR TEORI

Pompa hidram atau singkatan dari *hidraulic ram* berasal dari kata *hidro* = air (cairan), dan *ram* = hantaman, pukulan atau tekanan, sehingga terjemahan bebasnya menjadi tekanan air. Jadi pompa hidram adalah sebuah pompa yang *energy* atau tenaga penggerakannya berasal dari tekanan atau hantaman air yang masuk kedalam pompa melalui pipa. Masuknya air yang berasal dari berbagai sumber air ke dalam pompa harus berjalan secara kontinyu atau terus menerus. Alat ini sederhana dan efektif digunakan pada kondisi yang sesuai dengan syarat-syarat yang diperlukan untuk operasinya. Dalam kerjanya alat ini, tekanan dinamik yang ditimbulkan memungkinkan mengalirkan air dari tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi.



Gambar 1. Skema alat penelitian

Adapun fungsi dari bagian pompa hidram antara lain:

Rumah pompa

Fungsi rumah pompa adalah sebagai tempat terjadinya proses pemompaan, dimana dibagian ini juga terdapat dudukan agar pompa dapat berdiri tegak dan kokoh.

Pipa Penghantar

Pompa hidram dapat memompa air pada ketinggian yang cukup tinggi. Dengan menggunakan pipa penghantar yang panjang akan mengakibatkan ram harus mengatasi gesekan antara air dengan dinding pipa. Pipa penghantar dapat dibuat dari bahan apa pun, termasuk pipa plastik tetapi dengan syarat pipa tersebut dapat menahan tekanan air.

Katup Penghantar (*Delivery Valve*)

Katup ini menghantarkan air dari pompa ke tabung udara serta menahan air yang sudah masuk agar tidak kembali ke rumah pompa. Katup penghantar harus mempunyai lubang yang besar sehingga memungkinkan air yang dipompa memasuki ruang udara tanpa mendapatkan hambatan pada aliran. Katup ini dapat dibuat dalam bentuk yang sederhana (Hanafie dan De Longh, 1979).

Tabung Udara / Kompresor (*Air Chamber*)

Tabung kompresor berfungsi meneruskan sekaligus melipat gandakan tenaga pemompaan, sehingga air yang masuk ke tabung kompresor dapat keluar dan naik ke penampungan. Ruang udara harus dibuat sebesar mungkin untuk memampatkan udara dan menahan tegangan (*pressure pulse*) dari siklus ram, memungkinkan aliran air secara tetap melalui pipa penghantar akan mengalami kehilangan tenaga karena gesekan diperkecil.

Pipa Masuk (*Driven Pipe*)

Pipa masuk adalah bagian yang sangat penting dari sebuah pompa hidram. Dimensi pipa masuk harus diperhitungkan dengan cermat, karena sebuah pipa masuk harus dapat menahan tekanan tinggi yang disebabkan oleh menutupnya katup limbah secara tiba – tiba.

Katup limbah (*Waste Valve*)

Katup limbah merupakan katup pembuangan air sisa (limbah) yang berfungsi memancing gerakan air yang berasal dari reservoir sehingga dapat menimbulkan aliran air yang bekerja sebagai sumber tenaga pompa. Katup limbah merupakan salah satu bagian terpenting dari bagian pompa hidram dan harus dirancang

dengan baik sehingga berat dan gerakannya dapat disesuaikan. Katup limbah dengan tegangan yang berat dan jarak antara lubang katup dengan karet katup yang cukup jauh, memungkinkan kecepatan aliran air dalam pipa pemasukan lebih besar sehingga pada saat katup limbah menutup terjadi energi tekanan yang lebih besar dan menimbulkan efek palu air (*water hammer effect*). Sedangkan katup limbah dengan beban ringan dan panjang langka lebih pendek, memungkinkan terjadinya denyutan yang lebih cepat sehingga debit air yang terangkat akan lebih besar dengan lonjakan tekanan yang lebih kecil.

Tekanan pada *fluida*

Besarnya tekanan pada *fluida* dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$P = \rho \times H_{\max}$$

Dimana :

P = Tekanan (Kg/m²)

ρ = Massa jenis air (Kg/m³)

H_{max} = Head max (m)

Head max

Head max merupakan tinggi max pemompaan yang dapat dilakukan oleh pompa hidram. Berikut adalah cara perhitungan head max dari penelitian yang di lakukan :

$$H_{\max} = \frac{P}{\rho}$$

Dimana :

H_{max} = Head max (m)

P = Tekanan (Kg/m²)

ρ = Massa jenis air (Kg/m³)

Debit

Debit merupakan besaran yang menyatakan volume *fluida* yang mengalir tiap satuan waktu, maka :

$$Q = \frac{V}{t}$$

Dimana :

Q = Debit (m³/s)

t = Waktu (s)

V = Volume (m³)

Efisiensi

Efisiensi sebuah pompa hidram ditentukan oleh berbagai faktor, selain dimensi dan bahan yang digunakan untuk membuat pompa, juga tergantung dari karakteristik instalasi pompa hidram yang berbeda pada masing-masing lokasi pemasangan. Efisiensi menurut D' Aubuisson yaitu :

$$\eta = \frac{Q_2 \times H_2}{(Q_1 + Q_2) \times H_1} \times 100\%$$

Dimana :

η = Efisiensi (%)

Q_1 = Debit air limbah (m^3/s)

Q_2 = Debit air output (m^3/s)

H_1 = Tinggi terjunan air input (m)

H_2 = Tinggi keluaran air output (m)

METODE PENELITIAN

Persiapan Alat dan Bahan

Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

Pressure gauge, *Stop watch*, Gelas ukur, *Flow meter*.

Bahan

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

Pipa *galvanis*, *Knee 1,5 inch*, *Tee 1,5 inch*, *Elbow 1,5 inch* dan *0,5 inch*, *Water mur 1,5 inch*, Sok *0,5 inch*, Ring, mur, baut, seal.

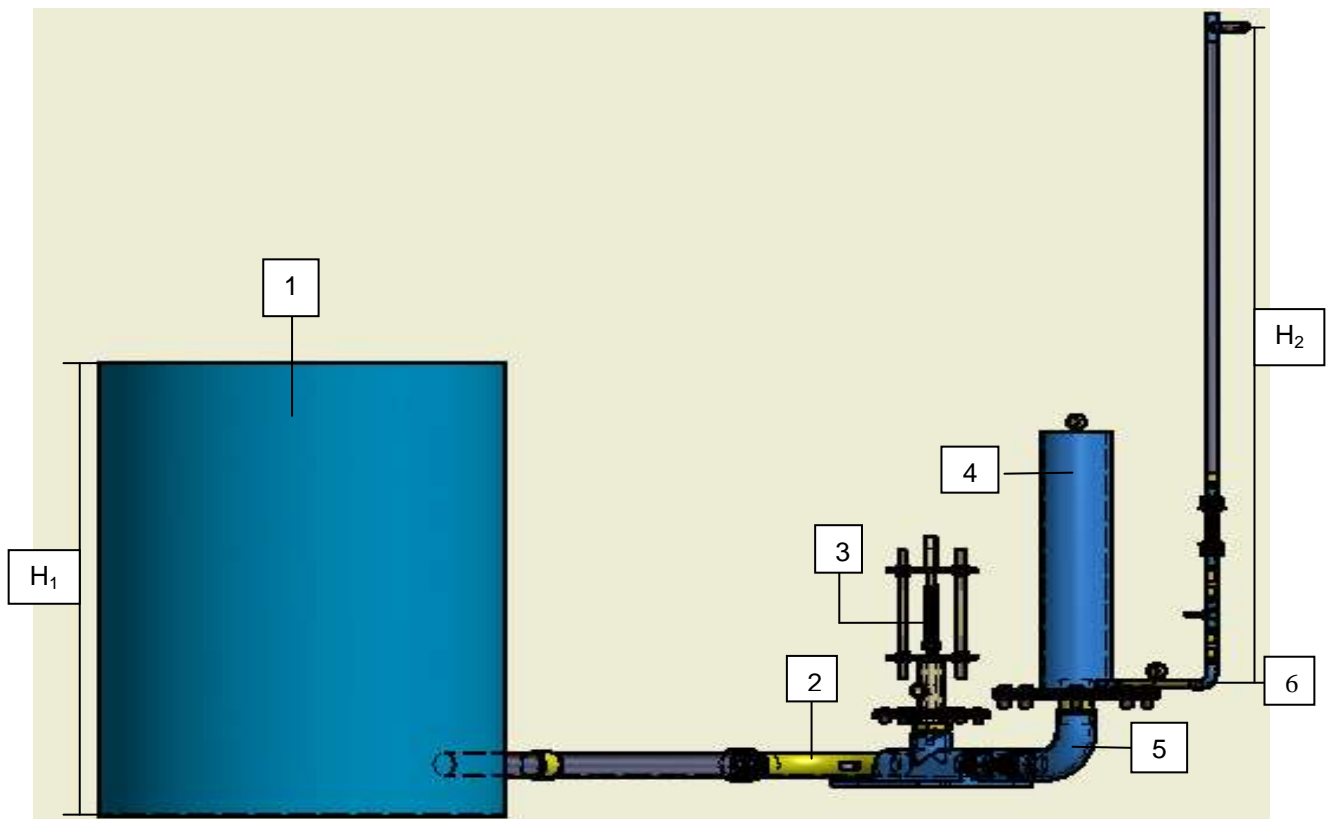
Perakitan pompa hidram

Prosedur perakitan pompa hidram sebagai berikut :

Menggunakan *seal tape* untuk menyambungkan antara ulir yang satu dengan yang lainnya, sampai bagian semua pompa terpasang dengan baik, Memasang tabung dan komponen katup limbah serta memasang baut dan mur sebagai penguat, Menyambungkan pipa *input* dari tampungan air ke pompa, Menyambungkan pipa *output* dan *flow meter* pada pompa, Mengatur kedudukan tinggi terjunan dari 1 meter, 2 meter dan 3 meter, Memasang *Pressure gauge* pada pipa *output*, tabung kompresor, dan pipa *input*, Melakukan pengujian pertama dan seterusnya dengan prosedur yang sudah diarahkan oleh bapak dan ibu dosen pembimbing.

Keterangan gambar :

Tangki air, Rumah pompa, Katup tekan, Tabung udara/kompresor. Pipa pemasukan, Katup limbah

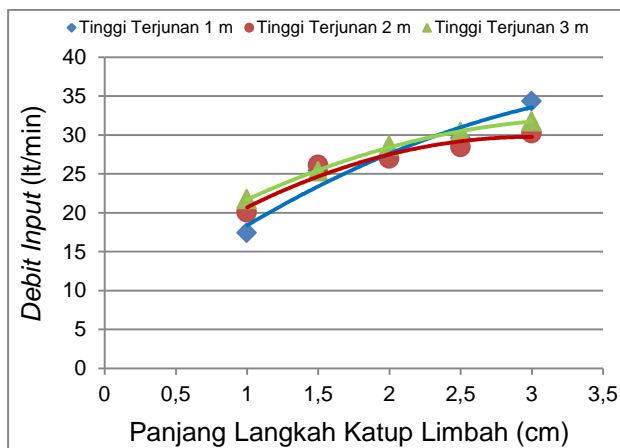


Gambar 2. Skema instalasi pengujian pompa hidram

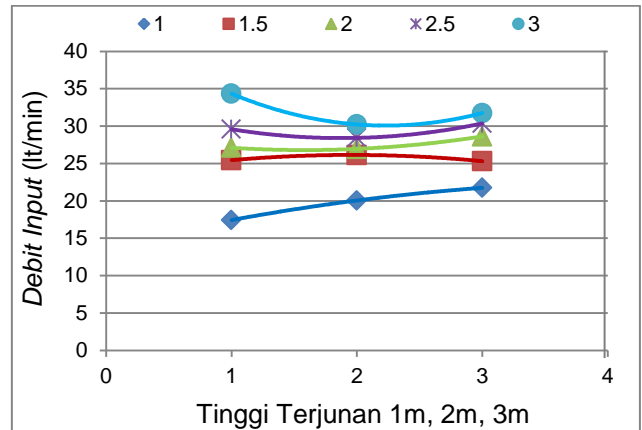
ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini tinggi terjunan air (H_1) yang digunakan adalah 1 meter, 2 meter, dan 3 meter dari badan pompa, sedangkan tinggi *output* atau keluaran (H_2) yang digunakan adalah 5 meter. Data yang diperoleh dari penelitian ini diolah untuk mendapatkan pengaruh variasi tinggi terjunan dan variasi panjang langkah katup limbah terhadap unjuk kerja pompa hidram, sehingga akan didapatkan perbedaan antara *debit input*, *debit output*, *head max* dan efisiensi terhadap tinggi terjunan dan panjang langkah katup limbah dari penelitian tersebut. Panjang langkah katup limbah yang digunakan mulai dari 1 cm, 1,5 cm, 2 cm, 2,5 cm, 3 cm dengan diameter pompa yang sama yaitu 1,5 inch. Adapun diameter pipa *input* yang digunakan adalah 1,5 inch dan pipa *output* 0,5 inch, sedangkan untuk tabung kompresor dari pipa galvanis dengan ukuran 3 inch dan panjang tabung 44 cm.

Dalam pengambilan data pada penelitian ini dilakukan dengan tiga kali pengulangan untuk setiap variasi yang digunakan, dari tiga kali pengulangan tersebut diambil nilai rata-rata untuk hasil yang akan digunakan dalam perhitungan. Pada penelitian yang sudah dilakukan maka diperoleh data-data seperti *debit output* (Q_2), *debit limbah* (Q_1), tekanan *output*, tekanan *input*, tekanan tabung, dan *head max*.



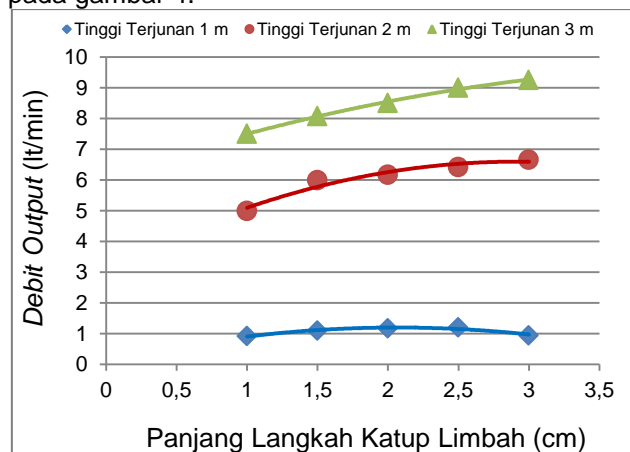
Gambar 3. Grafik hubungan antara panjang langkah katup limbah dengan *debit input* pada semua variasi tinggi terjunan.



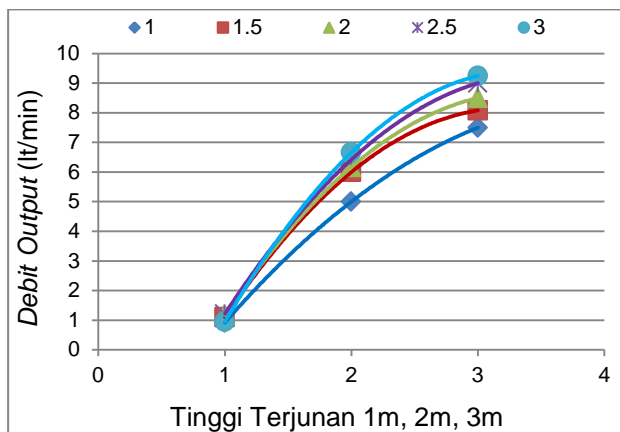
Gambar 4. Grafik hubungan antara tinggi terjunan dengan *debit input* pada semua variasi panjang langkah katup limbah.

Berdasarkan gambar 3 hubungan *debit input* dengan panjang langkah katup limbah, pada panjang langkah katup limbah yang divariasikan menghasilkan *debit input* paling rendah pada panjang langkah 1 cm saat tinggi terjunan 1 meter sebesar 17,44 lt/min dan *debit input* paling tinggi dihasilkan pada panjang langkah 3 cm saat tinggi terjunan 1 meter yaitu 34,34 lt/min, hal ini dikarenakan semakin panjang langkah katup limbah yang digunakan, maka volume air yang diperoleh semakin besar seiring bertambahnya panjang langkah yang digunakan. Untuk setiap kenaikan 0,5 cm panjang langkah katup limbah akan diperoleh kenaikan *debit input* rata-rata sebesar 13%.

Sedangkan setiap kenaikan tinggi terjunan 1 meter, maka *debit input* akan mengalami kenaikan rata-rata sebesar 6% seperti terlihat pada gambar 4.



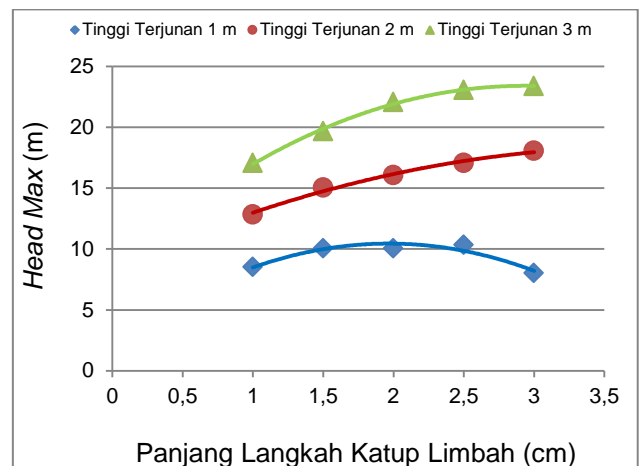
Gambar 5. Grafik hubungan antara panjang langkah katup limbah dengan *debit output* pada semua variasi tinggi terjunan.



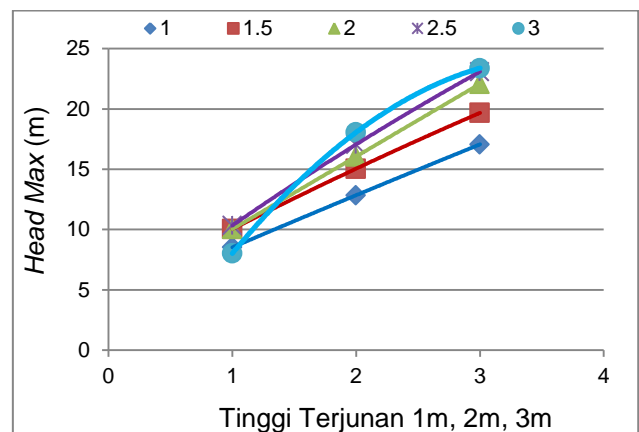
Gambar 6. Grafik hubungan antara tinggi terjunan dengan *debit output* pada semua variasi panjang langkah katup limbah.

Berdasarkan gambar 5 hubungan *debit output* dengan panjang langkah katup limbah, kecenderungan dari hasil penelitian untuk *debit output* semakin besar. Bahwa pada panjang langkah yang divariasikan menghasilkan *debit output* paling rendah pada panjang langkah 1 cm saat tinggi terjunan 1 meter sebesar 0,92 lt/min dan *debit output* tertinggi diperoleh pada panjang langkah 3 cm saat tinggi terjunan 3 meter sebesar 9,25 lt/min, hal ini dapat dilihat pada persamaan bernoulli (2-7) terdapat hubungan antara aliran air dengan tekanan air dan tinggi terjunan itu sendiri. Jadi semakin tinggi aliran *input* maka aliran pada pipa *input* semakin tinggi juga, sehingga tekanan yang dihasilkan dibadan pompa hidram juga akan meningkat. Tekanan pada badan pompa hidram akan diteruskan ke tabung udara melalui katup hantar, sehingga udara yang termampatkan tersebut akan mampu menaikkan air lebih banyak dari pada tinggi aliran *input* yang lebih rendah. Untuk setiap kenaikan 0,5 cm panjang langkah katup limbah akan diperoleh kenaikan *debit output* rata-rata sebesar 9%.

Pada gambar 6 hubungan *debit output* dengan tinggi terjunan, semakin tinggi terjunan yang digunakan hasil *debit output* semakin besar seperti terlihat pada gambar. Ini dikarenakan pompa hidram bekerja berdasarkan prinsip palu air, palu air itu sendiri adalah hentakan tekanan atau gelombang air yang disebabkan oleh energi kinetik air atau air yang dihentikan secara tiba-tiba, semakin tinggi terjunan yang digunakan akan memperoleh hasil *debit output* yang lebih besar. Kenaikan tinggi terjunan setiap 1 meter akan diperoleh kenaikan *debit output* rata-rata sebesar $\frac{1}{2}$ kali lipat.



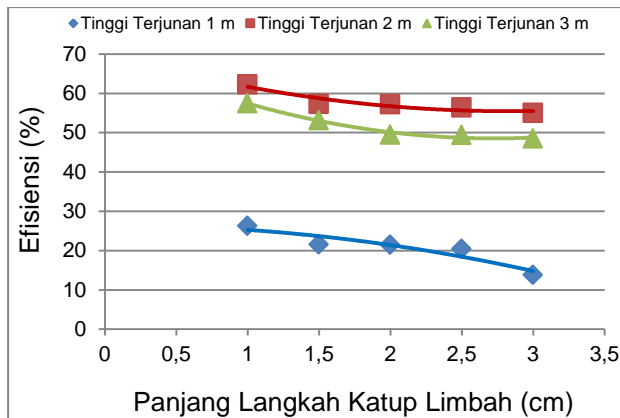
Gambar 7. Grafik hubungan antara panjang langkah katup limbah dengan *head max* pada semua variasi tinggi terjunan.



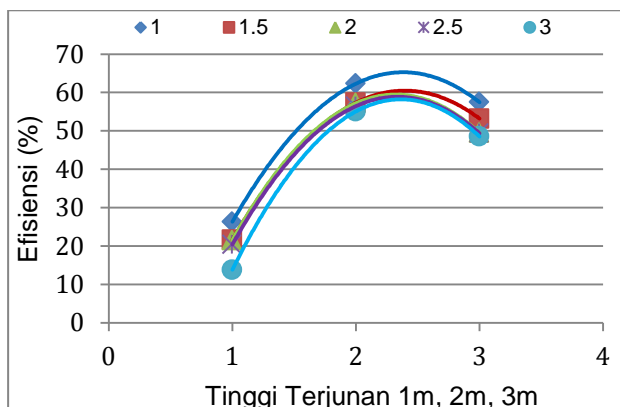
Gambar 8. Grafik hubungan antara tinggi terjunan dengan *head max* pada semua variasi panjang langkah katup limbah.

Berdasarkan gambar 7 hubungan *head max* dengan panjang langkah katup limbah, kecenderungan *head max* yang diperoleh pada penelitian ini semakin naik, *head max* terendah diperoleh pada panjang langkah 1 cm saat tinggi terjunan 1 meter sebesar 8,53 meter dan *head max* tertinggi diperoleh pada panjang langkah 3 cm saat tinggi terjunan 3 meter sebesar 23,38 meter, hal ini dikarenakan tekanan air yang terdorong masuk kedalam tabung kompresor tersebut akan menekan udara yang berada didalam tabung ke segala arah, sehingga volume udara yang ada didalam tabung kompresor akan mengecil sedangkan tekanannya akan semakin membesar. Untuk setiap kenaikan 0,5 cm panjang langkah katup limbah akan diperoleh kenaikan *head max* rata-rata sebesar 10%.

Sedangkan setiap kenaikan tinggi terjunan 1 meter, maka head max akan mengalami kenaikan rata-rata sebesar 51% seperti terlihat pada gambar 8.



Gambar 9. Grafik hubungan antara panjang langkah katup limbah dengan efisiensi pada semua variasi tinggi terjunan.



Gambar 10. Grafik hubungan antara tinggi terjunan dengan efisiensi pada semua variasi panjang langkah katup limbah.

Berdasarkan gambar 9 hubungan efisiensi dengan panjang langkah katup limbah, kecenderungan efisiensi pada hasil penelitian ini semakin menurun seiring bertambahnya panjang langkah yang digunakan, hasil efisiensi terendah dihasilkan pada variasi panjang langkah katup limbah 3 cm saat ketinggian terjunan 1 meter sebesar 13,8% dan efisiensi tertinggi dihasilkan pada panjang langkah 1 cm saat tinggi terjunan 2 meter sebesar 62,31%, hal ini dikarenakan sebagian besar *debit* air yang masuk ke dalam pompa dibuang begitu saja melewati katup limbah dan sebagian kecil yang dapat dinaikkan atau dimanfaatkan oleh pompa, seiring bertambahnya panjang langkah katup limbah yang digunakan

hasil *debit output* semakin besar dan *debit* limbah yang dihasilkan juga semakin besar. Untuk setiap kenaikan 0,5 cm panjang langkah katup limbah akan diperoleh kenaikan efisiensi rata-rata sebesar 8%.

Sedangkan setiap kenaikan tinggi terjunan 1 meter, maka efisiensi akan mengalami kenaikan rata-rata sebesar 100% seperti terlihat pada gambar 10.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian, analisa data dan pembahasan yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan untuk variasi tinggi terjunan dengan ukuran pompa 1,5 inch dan panjang pipa *input* yang digunakan 4 meter, untuk mengetahui tinggi terjunan terhadap *debit output*, *head max*, dan efisiensi yang diperoleh. Kenaikan setiap 1 meter beda ketinggian terjunan yang divariasikan menghasilkan kenaikan hasil yang berbeda. Pada hasil *debit output* menghasilkan rata-rata $2\frac{1}{2}$ kali lipat, untuk *head max* menghasilkan rata-rata 51%, sedangkan untuk efisiensi sendiri menghasilkan rata-rata 100% untuk tinggi terjunan 1 meter ke 2 meter, sedangkan untuk beda ketinggian 2 meter dan 3 meter mendekati sama.
2. Sedangkan penggunaan panjang langkah katup limbah menghasilkan *debit output* yang dimana *debit output* yang diperoleh semakin besar seiring bertambahnya panjang langkah yang digunakan. *Head max* juga demikian, hasil yang diperoleh semakin besar seiring bertambahnya panjang langkah. Sedangkan untuk efisiensi pompa hidram untuk ukuran pompa 1,5 inch dan panjang pipa *input* 4 meter, hasil efisiensi mengalami penurunan. Kenaikan setiap 0,5 cm beda panjang langkah yang divariasikan menghasilkan kenaikan hasil yang berbeda. Pada hasil *debit output* menghasilkan rata-rata 9%, untuk *head max* menghasilkan rata-rata 10%, sedangkan untuk efisiensi sendiri menghasilkan rata-rata 8%.
3. Berdasarkan data yang diperoleh pada saat penelitian untuk semua variasi yang telah dilakukan menunjukkan bahwa tinggi terjunan yang terbaik yaitu 2 meter dan panjang langkah katup limbah 3 cm.

Saran

Untuk penelitian lebih lanjut penulis sarankan untuk menggunakan 1 jenis *flow meter* dengan *range* pengukuran *minimum* 0,2 lt/min dan *max* 15 lt/min untuk lebih akuratnya hasil pengukuran yang diperoleh.

DAFTAR PUSTAKA

- Hanafie, J., De Longh, H., 1979, *Teknologi Pompa Hidraulik Ram*, Pusat Teknologi Pembangunan Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Jati, Y.Y., 2015, *Debit Hasil Pompa Hidram PVC 2 Inci Pada Tinggi Output 3,91 m, 4,91 m, 5,91 m Dengan Variasi Tinggi Input, Panjang Langkah Katup Limbah dan Berat Beban Katup Limbah*, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.
- Sitompul, F.M., Hazwi, M., 2014, *Pengujian Pengaruh Variasi Head Supply dan Panjang Langkah Katup Limbah Terhadap Unjuk Kerja Pompa Hidram*, Departemen Teknik Mesin Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Utomo, G.P., Abidin, K., 2015, *Analisa Pengaruh Panjang Pipa Galvanis dan Diameter Bukaannya Terhadap Head Pompa Pada Pompa Hidram*, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya.