

ANALISA PENGARUH PANJANG PIPA INLET DAN PANJANG PEGAS KATUB BUANG TERHADAP PERFORMANCE POMPA HIDRAM

Edi Santoso¹, Gatut Priyo Utomo², Ninik Martini³

¹Fakultas Teknik, Universitas 17 agustus 1945 Surabaya
e-mail : edi_santoso_talo@yahoo.com

²Fakultas Teknik, Universitas 17 agustus 1945 Surabaya
e-mail : gatutmsntag@gmail.com

³Fakultas Teknik, Universitas 17 agustus 1945 Surabaya
e-mail : ninikmartini@gmail.com

Abstract

Hidram pump is one of the water pumps are energy efficient and environmentally friendly. Pump hidram an effective technology in the field of energy pumping by using the momentum of the water (water hammer) to raise the water, so the pump hidram one water pump that does not use fuel and electricity. Effectiveness hidram pump performance is affected by several parameters such as the diameter of the pipe, reservoir height, exhaust valve, the air tube on hidram pump, inlet pipe length. This study aimed to observe and analyze the effect on the length of the inlet pipe to the pump hidram high discharge pumps and pumping. This research method through the design of the pump installation hidram and observation influence the inlet pipe length (6 m, 8 m, 10 m), and the observation of the effect of the length of the exhaust valve spring (7 cm, 8 cm, 10 cm) to the pressure value (H) and the value of discharge (Q) to the pump performance hidram. The test is performed in Production Process Laboratory August 17, 1945 University of Surabaya. The longer the pipe, the flow in the pump inlet hidram (Q) generated will be even greater. So in the above study also directly proportional to the value of head (H) and discharge rate (Q) on the pump performance hidram. So the value of the existing pressure in the pump hidram with maximum value is generated head with value - average (H) 1.41 bar and the discharge of water produced with - average (Q) 21 liters / min. This is because the moment of greatest impact on the water valve.

Keywords: *Pump Hidram*

1. PENDAHULUAN

Air merupakan sarana yang penting dalam kehidupan manusia dan hewan maupun tumbuh – tumbuhan. Di samping itu juga merupakan sumber tenaga yang disediakan oleh alam sebagai pembangkit tenaga mekanis. Kenyataan menunjukkan bahwa ada banyak daerah di pedesaan yang mengalami kesulitan penyediaan air, baik yang digerakkan oleh tenaga listrik maupun tenaga diesel telah lama dikenal oleh masyarakat desa, tetapi pada kenyataannya masih banyak masyarakat pedesaan yang belum memilikinya. Hal ini disebabkan oleh kemampuan daya beli masyarakat desa masih terbatas, dan pada penggunaan suatu unit pompa-pompa bermesin dibutuhkan tenaga operator yang terampil. Di samping itu, alat tersebut harus mempunyai kualitas yang baik dan tersedianya suku cadang yang mudah diperoleh dipasaran bebas.

Untuk menanggulangi masalah penyediaan air baik untuk kehidupan maupun untuk kegiatan pertanian, peternakan dan perikanan khususnya di daerah pedesaan, maka penggunaan Pompa Hidrolik Ram Automatic yang sangat sederhana, baik dalam pembuatannya dan juga dalam pemeliharaannya, maupun prospek yang baik.

Pompa hidrolik bekerja tanpa menggunakan bahan bakar atau energi dari luar. Pompa ini memanfaatkan tenaga aliran yang jatuh dari tempat suatu sumber dan sebagian dari air itu dipompakan ke tempat yang lebih tinggi. Pada berbagai situasi, pompa hidrolik ram memiliki keuntungan dibandingkan penggunaan pompa jenis lainnya, yaitu tidak membutuhkan bahan bakar atau tambahan tenaga dari sumber lain, tidak membutuhkan pelumasan, bentuknya sederhana, biaya pembuatannya serta pemeliharaannya murah dan tidak membutuhkan keterampilan teknik tinggi untuk membuatnya. Pompa ini bekerja dalam dua puluh empat jam per hari.

Efektifitas kinerja dari pompa hidram dipengaruhi beberapa parameter, antara lain tinggi jatuh, diameter pipa, jenis pipa, karakteristik katub buang, panjang pipa inlet dan panjang pipa pada katub pembuangan. Penelitian ini bermaksud untuk *“menganalisa pengaruh panjang pipa inlet dan panjang pegas katub buang terhadap performance pompa hidram”*. Pompa hidram juga memiliki kelebihan lain, yaitu : Konstruksinya sederhana, tidak memerlukan pelumasan, dapat bekerja kontinyu selama 24 jam per hari tanpa berhenti, efisiensi tinggi dan tidak menimbulkan kebisingan, pengoperasiannya mudah, biaya pembuatan dan perawatan murah, hemat energi dan ramah lingkungan.

1. Prinsip Dasar Dari Pompa Hidram

Cara kerja pompa hidraulik ram automatic merupakan proses perubahan energi kinetis aliran air menjadi tekanan dinamik dan akibatnya menimbulkan palu air (*water hammer*) sehingga tekanan tinggi dalam pipa. Dengan mengusahakan supaya katub pembuang (*waste valve*) dan katub air keluar (*delivery valve*) terbuka dan tertutup secara bergantian, maka tekanan dinamik diteruskan sehingga tekanan inersia yang terjadi dalam pipa pemasukan memaksa air naik ke pipa penghisap. Adapun gejala palu air yang terjadi aliran dalam pipa dengan kecepatan (V_1) secara tiba – tiba dihentikan akan menyebabkan terhentinya aliran air sehingga kecepatan (V_2) menjadi nol maka timbul gaya “F” sebesar

$$f = m \times a = m \times \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Karena kecepatan berkurang menjadi nol maka

$$F = m.v$$

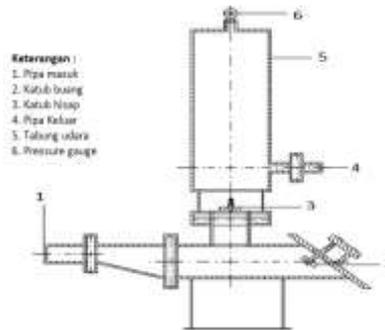
Tanda negatif berarti arah gaya berlawanan dengan arah aliran. Bila panjang kolom air yang terhenti adalah L dengan luas penampang A dan massa jenis air P, panjang kolom air yang terhenti selama waktu Δt maka:

$$p = \frac{F}{A} + \frac{A \times L \times P \times V}{A \times \Delta t} + \frac{L \times P \times V}{\Delta t}$$

2. Mekanisme Pompa Hidram

Prinsip kerja hidram adalah pemanfaatan gravitasi dimana akan menciptakan energi dari hantaman air yang menabrak faksi air lainnya untuk mendorong 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.

Syarat utama kedua adalah sumber air harus kontunyu dengan debit minimal 7 liter per menit (Widarto, 2000). Besarnya debit pemompaan dapat dihitung dengan rumus $Q_2 = Q_1 \times H_1 : H_2 \times j$. Dimana Q_2 adalah debit air yang dipompakan (liter/menit), Q_1 adalah debit air yang masuk pompa (liter/menit), H_1 adalah tinggi terjunan dalam meter, H_2 adalah tinggi pemompaan dalam meter dan j adalah efisiensi pompa yaitu 0,5 -0,75. Dalam prakteknya diperoleh perbandingan tinggi terjunan dan tinggi pengangkatan air sebesar 1:6, akan menghasilkan debit pemompaan sebesar 1/3 dari debit air yang masuk ke pompa, sedang 2/3 debit air akan keluar melalui klep pembuangan setelah memberikan tenaga hantaman.

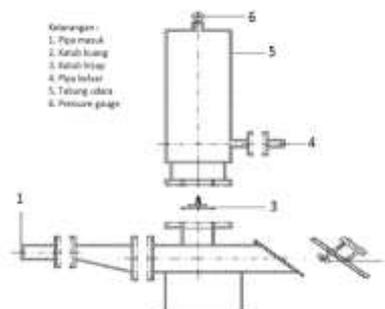


Gambar 1.1 Desain pompa hidram

Bagian kunci dari Hidram adalah dua buah klep, yaitu: klep pembuangan dan klep penghisap. Air masuk dari terjunan melalui pipa A, klep pembuangan terbuka sedangkan klep penghisap tertutup. Air yang masuk memenuhi rumah pompa mendorong ke atas klep pembuangan hingga menutup. Dengan tertutupnya klep pembuangan mengakibatkan seluruh dorongan air menekan dan membuka klep penghisap dan air masuk memenuhi ruang dalam tabung kompresi di atas klep penghisap.

Pada volume tertentu pengisian air dalam tabung kompresi optimal, massa air dan udara dalam tabung kompresi akan menekan klep penghisap untuk menutup kembali, pada saat yang bersamaan sebagian air keluar melalui pipa B. Dengan tertutupnya kedua klep, maka aliran air dalam rumah pompa berbalik berlawanan dengan aliran air masuk, diikuti dengan turunnya klep pembuangan karena arah tekanan air tidak lagi ke klep pembuangan tetapi berbalik ke arah pipa input A.

Di sinilah Hantaman *-ram-* palu air (*water hammer*) itu terjadi, dimana air dengan tenaga gravitasi dari terjunan menghantam arus balik tadi, 2/3 debit keluar lubang pembuangan, sementara yang 1/3 debit mendorong klep penghisap masuk ke dalam tabung pompa sekaligus mendorong air yang ada dalam tabung pompa untuk keluar melalui pipa output B. Energi hantaman yang berulang-ulang mengalirkan air ke tempat yang lebih tinggi.



Gambar 1.2 Detail pompa hidram

Tertutup dan terbukanya kedua klep secara bergantian menimbulkan suara, dengan tertutupnya klep penghisap yang membentur rumah klep, sementara tertutupnya klep pembuangan yang juga membentur rumah klep. Hingga masyarakat sekitar sering menyebut Hidram dengan sebutan pompa.

Selain dua syarat utama tadi, pembuatan pompa Hidram perlu memperhatikan perbandingan tinggi terjunan dan tinggi pemompaan air yaitu 1:5. Tiap beda tinggi terjunan 1 meter akan mampu memompa air setinggi 5 meter dari rumah pompa ke tempat tandon air. Jadi bukan hal yang mustahil ketika beda tinggi terjunan air 12 meter di perkebunan teh mampu memompa air hingga ketinggian lebih dari 50 meter dengan jarak lebih dari 500 meter. Sedangkan beberapa permasalahan yang mungkin timbul dalam pengoperasian pompa hidram antara lain:

1. Klep pembuangan tidak dapat naik atau menutup, disebabkan beban klep terlalu berat atau debit air yang masuk pompa kurang. Dapat diatasi dengan mengurangi beban atau memperpendek as klep pembuangan.
2. Klep pembuangan tidak mau turun atau membuka, karena beban klep terlalu ringan, jadi bisa diatasi dengan menambah beban klep atau memperpanjang as klep pembuangan.
3. Tinggi pemompaan di bawah rasio rumus, yaitu setiap terjunan 1 meter dapat menaikkan setinggi 5 meter. Penyebab pertama adalah terjadinya kebocoran atau tidak rapatnya klep. Penyebab kedua rasio diameter pipa input dibanding pipa output lebih besar dari 1 berbanding 0,5. Dapat diatasi dengan memeriksa dan memperbaiki klep atau mengurangi diameter pipa output. Penyebab ketiga adalah terlalu banyaknya hambatan pada pipa output menuju bak tandon, berupa banyaknya belokan pipa. Agar hal tersebut tidak terjadi, pada saat instalasi pipa sedapat mungkin dikurangi lekukan atau belokan pipa menuju tandon.

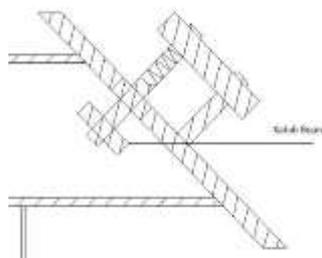
3. Komponen Utama Pompa Hidram dan Fungsinya

Beberapa ini komponen utama sebuah pompa hidram di jelaskan pada uraian di bawah ini :

a. Katup Pembuang

Katup pembuang merupakan salah satu komponen terpenting pompa hidram, oleh sebab itu katup buang harus dirancang dengan baik sehingga berat dan gerakannya dapat disesuaikan. Katup pembuang sendiri berfungsi untuk mengubah energi kinetik fluida kerja yang mengalir melalui pipa pemasukan menjadi energi tekanan dinamis fluida yang akan menaikkan fluida kerja menuju tabung udara.

Beberapa desain katup pembuang yang sering digunakan diantaranya :

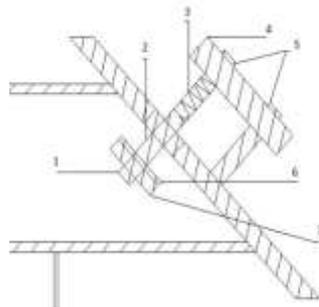


Gambar 1.3 Katup pembuang

Katup pembuang dengan beban yang berat dan panjang langkah yang cukup jauh memungkinkan fluida mengalir lebih cepat, sehingga saat katup pembuang menutup, akan terjadi lonjakan tekanan yang cukup tinggi, yang dapat mengakibatkan fluida kerja terangkat menuju tabung udara. Sedangkan katup pembuang 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.

Adapun bagian – bagian sebuah katup pembuang dapat dilihat dari gambar dibawah ini :



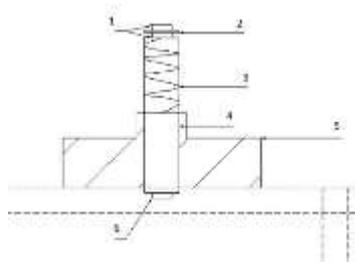
Gambar 1.4 Bagian – Bagian Katup Buang

Keterangan gambar :

- | | |
|----------------------|-----------------|
| 1. Tangkai katup | 4. Plat katup |
| 2. Mur penjepit atas | 5. Mur penjepit |
| 3. Karet katup | |

b. Katub Penghisap

Katub penghisap adalah sebuah katup satu arah yang berfungsi untuk pembuangan air dari badan hidram menuju tabung udara untuk selanjutnya dinaikkan menuju tangki penampungan. Katub penghisap harus dibuat satu arah agar air yang telah masuk ke dalam tabung udara tidak dapat kembali lagi ke dalam badan hidram. Katub penghisap harus mempunyai lubang yang besar sehingga memungkinkan air yang di pompa memasuki ruang udara tanpa hambatan pada aliran.



Gambar 1.5 Katub Penghisap Dan Bagian – Bagiannya

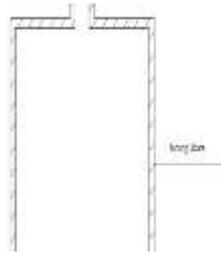
Keterangan gambar :

- | | |
|----------------------|-----------------------|
| 1. Mur penjepit atas | 4. As katub hisap |
| 2. Ring atas | 5. Ring Bawah |
| 3. Pegas katub hisap | 6. Mur penjepit bawah |

c. Tabung Udara

Tabung udara harus dibuat dengan perhitungan yang tepat, karena tabung udara digunakan untuk memampatkan udara di dalamnya dan untuk menahan tekanan dari siklus ram. Selain itu, dengan adanya tabung udara memungkinkan air melewati pipa penghisap secara kontinyu. Jika tabung udara penuh terisi air, tabung udara akan bergetar hebat, dapat menyebabkan tabung udara pecah. Jika terjadi kasus demikian, ram harus segera dihentikan.

Pendapat dari beberapa ahli, untuk mengenai hal – hal diatas, volume tabung udara harus dibuat sama dengan volume dari pipa penghisap.

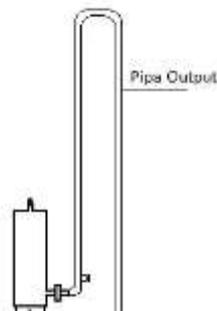


Gambar 1.6 Tabung udara

d. Pipa Ouput

Hidram dapat memompa pada ketinggian yang cukup tinggi. Dengan pipa keluar atau pipa ouput yang panjang akan menyebabkan ram harus mengatasi gesekan antara air dengan dinding pipa. Pipa keluar atau pipa output dapat di buat dari bahan apapun, termasuk pipa plastik tetapi dengan syarat bahan tersebut dapat menahan tekanan air.

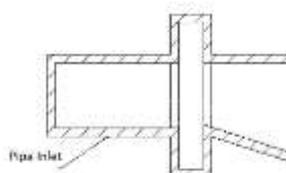
Biasanya dipakai untuk pipa output pipa dari paralon (PVC). Daya angkat Pompa Hidram diangkat vertical minimum adalah kira – kira dua kali tinggi jatuh vertical, dan daya angkat vertical maksimum adalah dua puluh kali tinggi jatuh vertical.



Gambar 1.7 Pipa Output

e. Pipa Masuk

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 pembuang secara tiba – tiba.



Gambar 1.8 Pipa masuk

4. Persamaan Yang Di Gunakan Dalam Pompa Hidram.

Adapun beberapa persamaan yang digunakan dalam merencanakan sebuah pompa hidram adalah sebagai berikut :

- a. Adapun gejala palu air yang terjadi aliran dalam pipa timbul gaya “F” tumbukan :

$$f = m \times a = m \times \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Karena kecepatan berkurang menjadi nol maka

$$F = m \times v$$

Dimana :

F = Gaya tumbukan atau gesekan dalam pipa (N)

m = Massa air (m³)

a = Percepatan (m/s²)

- b. Peningkatan Head yang terjadi akibat penutupan katup secara tiba – tiba

$$\Delta H_p = \frac{(v_1 - v_2)}{g}$$

Dimana :

ΔH_p = Kenaikan head tekanan (m)

v_1 = kecepatan aliran air di dalam pipa sebelum katup menutup (m/s)

v_2 = kecepatan aliran air di dalam pipa sesudah katup menutup (m/s)

g = percepatan gravitasi (m/s²).

- c. *Pressure Shock* (tekanan kejut akibat palu air)

$$P_s = v_s \cdot v \cdot \rho$$

Dimana :

P_s = pressure shock (N/m²)

v = kecepatan aliran masuk (m/s)

v_s = kecepatan aliran balik(m/s)

ρ = massa jenis air (kg/m³)

- d. Kecepatan aliran balik

$$v_s = \sqrt{\frac{k}{\rho}}$$

Dimana ;

v_s = kecepatan aliran balik(m/s)

k = modulus bulk air (N/m²)

ρ = massa jenis air (kg/m³)

- e. Waktu yang diperlukan untuk air kembali pada terjadi palu air

$$Tp = \frac{2L}{vs}$$

Dimana :

Tp = Periode osilasi (s)

L = panjang pipa (m)

vs = kecepatan aliran balik(m/s)

- f. Kapasitas aliran

$$Q = A_w \cdot V_w = A_d \cdot V_d$$

Dimana :

Q = kapasitas aliran (m³/detik)

A_w = luas penampang saluran katup pembuangan (m²)

V_w = Kecepatan air dikatup pembuangan (m/s)

A_d = luas penampang drive (m²)

V_d = Kecepatan air dikatup drive (m/s)

- g. Head tekanan yang terjadi secara gradual

$$Hp = \frac{l \cdot v}{g \cdot t}$$

Dimana :

Hp = Head tekanan (m)

l = panjang pipa (m)

v = kecepatan air (m/s)

g = percepatan gravitasi (m²)

t = waktu yang diperlukan untuk penutupan katup

- h. Efisiensi pompa

$$\eta = \frac{Q_s \cdot H_s}{(Q_s \cdot Q_w) \cdot H_d} 100\%$$

Dimana :

η = Efisiensi pompa hidram

Q_s = kapasitas air pemompaan (m³/s)

Q_w = kapasitas air pembuangan (m³/s)

H_s = Ketinggian air pemompaan (m)

H_d = Ketinggian air ke hidram (m)

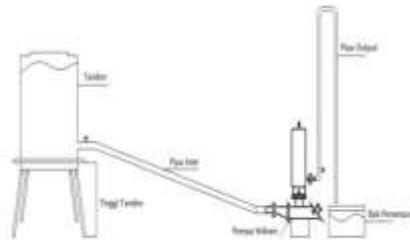
- i. Elastisitas gaya pegas (Hukum Hooke):
 $F = k \cdot x$

Dimana:

$F =$ Gaya (N)

$k =$ konstanta pegas (N/m)

$x =$ perubahan panjang pada pegas (m)



Gambar 2.9 Instalasi pompa hidram dan detail pemasangan pipa

Sistem instalasi pompa hidram terdiri atas beberapa bagian antara lain :

1. Pipa pemasukan
Pipa pemasukan merupakan saluran antara sumber air dan pompa.
2. Rumah Pompa
Rumah pompa merupakan ruang utama dan tempat terjadinya proses pemompaan.
3. Katup Pembuang
Katub pembuang Merupakan tempat keluarnya air yang berfungsi memancing gerakan air yang berasal dari *reservoir*. Katup pembuang yang berat dan langkah katup yang panjang memungkinkan kecepatan aliran air dalam pipa mencapai titik maksimum, sehingga pada saat katup pembuang menutup terjadi energi tekanan efek (*waterhammer*) yang besar dan daya pemompaan yang tinggi, namun debit air yang terbuang relatif banyak. Katup pembuang yang relatif ringan dan langkah yang pendek akan memberikan denyutan yang lebih cepat dan hasil pemompaan lebih besar pada tinggi pemompaan yang rendah.
4. Katup penghisap
Katup penghisap merupakan katub yang menghisap air dari rumah pompa ke tabung udara, serta menahan air yang telah masuk agar tidak kembali masuk ke rumah pompa.
5. Tabung udara
Tabung udara berfungsi untuk memperkuat tekanan dinamik.
6. Pipa penghisap
Pipa penghisap merupakan saluran air yang menghisap air dari pompa ke bak penampung.

2. METODE PENELITIAN

Metode penulisan yang dipakai dalam mengerjakan penelitian ini adalah studi pustaka, sehingga ada beberapa referensi yang dibutuhkan untuk mendukung terselesainya penelitian ini dan studi lapangan yaitu penulis melakukan kegiatan penelitian dan pengukuran di lapangan. Setelah mendapatkan hasil penelitian dan pengukuran di lapangan kemudian melakukan proses metode kuantitatif melalui perhitungan –perhitungan dari dasar teori yang didapat setelah itu dilakukan pembahasan dan menarik kesimpulan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 3.1 : Hasil pengujian panjang pipa inlet 1 dengan variasi panjang pegas katub buang 7 cm, 8 cm, 10 cm.

Panjang Pipa Inlet (m)	Panjang pegas katub buang (cm)	Time (waktu)	Tekanan "H" (Bar)	Debit "Q" (liter/menit)
Pjg Pipa Inlet 6 m	Pjg Pegas 7 cm	1	1,33	4
		2	1,33	5
		4	1,35	7
	Pjg Pegas 8 cm	1	1,34	5,5
		2	1,34	6
		4	1,36	9
	Pjg Pegas 10 cm	1	1,35	7
		2	1,35	9
		4	1,37	12

Pada pengujian pertama dengan panjang pipa inlet 6 m dengan panjang pegas katub buang 7 cm katub buangnya tidak bisa berjalan langsung karena panjang pipa inlet dan panjang pegasnya pendek dan mengalami kebocoran pada katub buang. Jadi harus dijalankan dengan cara manual dulu yaitu dengan tangan agar katub bisa jalan, sehingga tekanan yang ada di dalam pompa hidram kurang maksimal. Maka head yang di hasilkan dengan nilai rata – rata (P) 1,33 bar dan debit air yang dihasilkan dengan rata – rata (Q) 5 liter/menit.

Pada pengujian kedua dengan panjang pipa inlet yang sama dengan panjang pegas 8 cm. Katub buangnya tetap tidak bisa berjalan langsung meskipun ukurannya panjang pegasnya sedikit berubah tetap harus dijalankan dengan cara manual dulu yaitu dengan tangan agar katub bisa jalan dan kebocorannya hanya sedikit dari pada pengujian pertama, sehingga tekanan yang ada di dalam pompa hidram sedikit naik. Maka head yang di hasilkan dengan nilai rata – rata (P) 1,34 bar dan debit air yang dihasilkan dengan rata – rata (Q) 6 liter/menit.

Pada pengujian ketiga dengan menggunakan panjang pipa inlet yang sama dengan panjang pegas 10 cm. Katub buangnya masih tidak bisa berjalan langsung meskipun ukurannya panjang pegasnya sedikit berubah tetap harus dijalankan dengan cara manual dulu yaitu dengan tangan agar katub bisa jalan dan kebocorannya lebih sedikit dari pada pengujian pertama dan kedua, sehingga tekanan yang ada di dalam pompa hidram naik lagi. Maka head yang di hasilkan dengan nilai rata – rata (P) 1,37 bar dan debit air yang dihasilkan dengan rata – rata (Q) 12 liter/menit.

Maka dapat disimpulkan bahwa pengujian pada tabel dan grafik diatas dengan menggunakan panjang pipa inlet 1 = 6 m dengan panjang pegas 10 cm dapat menghasilkan tekanan yang maksimal head yang di hasilkan dengan nilai rata – rata (P) 1,37 bar dan debit air yang dihasilkan dengan rata – rata (Q) 12 liter/menit.

Tabel 3.2 : Hasil pengujian panjang pipa inlet 2 dengan variasi panjang pegas katub buang 7 cm, 8 cm, 10 cm.

Panjang Pipa Inlet (m)	Panjang pegas katub buang (cm)	Time (waktu)	Tekanan "H" (Bar)	Debit "Q" (liter/menit)
Pjg Pipa Inlet 8 m	Pjg Pegas 7 cm	1	1,35	5
		2	1,35	6,5
		4	1,37	8
	Pjg Pegas 8 cm	1	1,36	7,5
		2	1,36	8
		4	1,38	11
	Pjg Pegas 10 cm	1	1,37	11
		2	1,37	12
		4	1,39	14

Pada pengujian pertama dengan panjang pipa inlet 8 m dengan panjang pegas katub buang 7, di pengujian ini pompa hidram masih belum berjalan langsung meskipun ukuran pada panjang pipa inlet dan panjang pegas sedikit panjang dari pada pengujian memakai panjang pipa inlet 1, tetap melakukan dengan cara manual agar katub bisa jalan tetapi ada sedikit kebocoran pada katub buang, sehingga tekanan yang ada di dalam pompa hidram naik. Maka head yang di hasilkan dengan nilai rata – rata (P) 1,35 bar dan debit air yang dihasilkan dengan rata – rata (Q) 6,5 liter/menit.

Pada pengujian kedua dengan panjang pipa inlet yang sama dengan panjang pegas 8 cm. Pompa hidram belum berjalan langsung meskipun ukuran panjang pegas lebih panjang pada pengujian di atas, tetap melakukan dengan manual agar katub bisa jalan lagi tetapi masih ada sedikit kebocoran pada katub buang, tekanan di dalam pompa hidram sedikit naik lagi dari pengujian pertama. Maka head yang di hasilkan dengan nilai rata – rata (P) 1,36 bar dan debit air yang dihasilkan dengan rata – rata (Q) 8 liter/menit.

Pada pengujian ketiga dengan menggunakan panjang pipa inlet yang sama dengan panjang pegas 10 cm. Pompa hidram belum berjalan langsung meskipun ukuran panjang pegas lebih panjang pada pengujian pertama dan kedua, tetap melakukan dengan manual agar katub bisa jalan lagi agar terus berjalan tetapi kebocoran pada katub buang lebih sedikit dari pada pengujian pertama dan kedua, sehingga tekanan yang ada di dalam pompa hidram terus naik lagi. Maka head yang di hasilkan dengan nilai rata – rata (P) 1,39 bar dan debit air yang dihasilkan dengan rata – rata (Q) 14 liter/menit.

Maka dapat disimpulkan bahwa pengujian pada tabel dan grafik diatas dengan menggunakan panjang pipa inlet 2 = 8 m dengan panjang pegas 10 cm dapat menghasilkan tekanan yang maksimal head yang di hasilkan dengan nilai rata – rata (P) = 1,39 bar dan debit air yang dihasilkan dengan rata – rata (Q) 14 liter/menit.

Tabel 3.3 : Hasil pengujian panjang pipa inlet 3 dengan variasi panjang pegas katub buang 7 cm, 8 cm, 10 cm.

Panjang Pipa Inlet (m)	Panjang pegas katub buang (cm)	Time (waktu)	Tekanan "H" (Bar)	Debit "Q" (liter/menit)
Pjg Pipa Inlet 10 m	Pjg Pegas 7 cm	1	1,37	7
		2	1,37	9
		4	1,39	12,5
	Pjg Pegas 8 cm	1	1,38	8,5
		2	1,38	11
		4	1,40	14
	Pjg Pegas 10 cm	1	1,39	13
		2	1,39	16
		4	1,41	21

Pada pengujian pertama dengan menggunakan panjang pipa inlet 10 m dengan panjang pegas katub buang 7, di pengujian ini pompa hidram berjalan langsung dan terus berjalan karena ukuran pada panjang pipa inlet dan panjang pegas lebih panjang dari pada pengujian memakai panjang pipa inlet 1 = 6 m dan panjang pipa inlet 2 = 8 m tetapi kebocoran pada katub buang lebih sedikit, sehingga tekanan yang ada di dalam pompa hidram lebih naik lagi. Maka head yang di hasilkan dengan nilai rata – rata (P) 1,37 bar dan debit air yang dihasilkan dengan rata – rata (Q) 9 liter/menit.

Pada pengujian kedua dengan panjang pipa inlet yang sama dengan panjang pegas 8 cm. Pompa hidram juga berjalan langsung, ukuran panjang pegas sedikit panjang dari pengujian di atas tetapi masih ada sedikit kebocoran pada katub buangnya, tekanan di dalam pompa hidram sedikit sedikit maksimal naik nilainya dari pada pengujian pertama. Maka head yang di hasilkan dengan nilai rata – rata (P) 1,38 bar dan debit air yang dihasilkan dengan rata – rata (Q) 11 liter/menit.

Pada pengujian ketiga dengan menggunakan panjang pipa inlet yang sama dengan panjang pegas 10 cm. Pompa hidram berjalan langsung terus dan terus – menerus, ukuran panjang pegas juga sedikit lebih panjang untuk kebocoran pada katub buang lebih sedikit dari pada pengujian pertama dan kedua, sehingga semakin panjang pipa inlet dan panjang pegasnya tekanan yang ada di dalam pompa hidram nilainya lebih maksimal. Maka head yang di hasilkan dengan nilai rata – rata (P) 1,41 bar dan debit air yang dihasilkan dengan rata – rata (Q) 21 liter/menit.

Maka dapat disimpulkan bahwa pengujian pada tabel dan grafik diatas dengan menggunakan panjang pipa inlet 3 = 10 m dengan panjang pegas 10 cm sehingga semakin panjang pipa inlet dan panjang pegasnya tekanan yang ada di dalam pompa hidram nilainya lebih maksimal. Maka head yang di hasilkan dengan nilai rata – rata (P) 1,41 bar dan debit air yang dihasilkan dengan rata – rata (Q) 21 liter/menit

4. KESIMPULAN

Dari analisa diatas dapat disimpulkan dengan menggunakan beberapa variabel sebagai media untuk sarana yang penting dalam kehidupan manusia dan hewan maupun tumbuh – tumbuhan, Pompa hidram merupakan teknologi tepat guna dalam bidang pemompaan dengan menggunakan tenaga momentum air (*water hammer*) untuk menaikkan air, sehingga pompa hidram salah satu pompa air yang tidak menggunakan BBM dan listrik. Efektivitas kinerja pompa hidram dipengaruhi oleh beberapa parameter antara lain diameter pipa, tinggi reservoir, katub buang, tabung udara pada pompa hidram, panjang pipa *inlet*.

Maka dalam penelitian diatas bahwa dengan menggunakan panjang pipa inlet 10 m dengan panjang pegas 10 cm tekanan yang ada di dalam pompa hidram dengan nilai yang lebih maksimal adalah head yang di hasilkan dengan nilai rata – rata (H) 1,41 bar dan debit air yang dihasilkan dengan rata – rata (Q) 21 liter/menit. Hal ini disebabkan karena momen tumbukan air yang terbesar pada katub.

5. REFERENSI

- Widarto, L. & FX. Sudarto C. Ph. (2000), *Teknologi Tepat Guna: Membuat Pompa Hidra*. Kanisius. Yogyakarta.
- Wahyudi, S. I. dan Fachrudin, F. (2008), *Korelasi Tekanan dan Debit Air Pompa Hidram Sebagai Teknologi Pompa Tanpa Bahan Bakar Minyak*. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil , Universitas Sultan Agung, Semarang.
- Diamer, Peter dan Prof. Ma Chi, 2002, *Hydraulic Ram Handbook*. Zhejiang University of Technology, China.
- Fox, R.W. and Mc. Donald Alan T., 1994, *Introduction to Fluid Mechanics*. New York: John Wiley & Sons.
- Kahangire, Patrick, 1990, *The Hydraulic Ram Pump Project*, Water Development Department, Uganda, Canada.
- Matt, Robert L.,1990, *Applied Fluid Mechanics*. New York: Mac Millan Publishing Company.

