



PENGARUH TINGGI AIR MASUK DAN DIAMETER PIPA OUTLET TERHADAP TINGGI AIR KELUAR POMPA HIDRAM

Zulhendri¹, Yuliarman², Menhendry³, Nota Effiandi⁴, Putri Adeliza⁵,
^{1,2,3,4,5} Teknik Mesin, Politeknik Negeri Padang

¹ Zulhendri1314@gmail.com, ⁵Putriadeliza2@gmail.com

Abstract

The pump is a device that can lift water from a lower height to a higher place, but because there are many pumps in the market that use electricity as a power plant and the selling price is quite high for rural communities, an appropriate pump is needed and cheap. Hydrant pump is one alternative, where the workings of this tool can raise the water to a higher place with energy or power that comes from the water itself. Making Hydrant pumps itself is relatively inexpensive, simple and durable. Hydrant pumps are very popular because they work without using energy, so it is suitable for use in villages that do not have electricity. The purpose of this study was to determine the effect of the height of the incoming water and the diameter of the outlet pipe on the height of the outlet water at the hydrant pump. In this study the height of the incoming water was varied as high as 0.5m, 1m and 1.5m while the diameter of the outlet pipe was varied by 0.5inc, $\frac{3}{4}$ inc and 1 inc. From this experiment it was found that the height of the incoming water and the diameter of the outlet pipe significantly influence the height of the outgoing water, of the two factors most influential on the height of the outgoing water is the height of the incoming water

Keywords: pumps, hydrant, outlet pipe, inlet pipe, water level

Abstrak

Pompa merupakan suatu alat yang dapat mengangkat air dari ketinggian yang lebih rendah ketempat yang lebih tinggi, namun karena pompa yang ada dipasaran banyak yang menggunakan energi listrik sebagai pembangkit daya serta harga jual yang cukup tinggi bagi masyarakat pedesaan, maka dibutuhkan suatu pompa yang tepat guna dan murah. Pompa Hydrant adalah salah satu alternatif, dimana cara kerja alat ini dapat menaikkan air ketempat yang lebih tinggi dengan energi atau daya yang berasal dari air itu sendiri . Pembuatan pompa Hydrant itu sendiri relative murah, sederhana dan tahan lama . Pompa Hydrant sangat populer karena bekerja tanpa menggunakan energi, sehingga sangat cocok digunakan di desa-desa yang tidak mempunyai sumber listrik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh ketinggian air masuk dan diameter pipa outlet terhadap tinggi air keluar pada pompa hydrant. Pada penelitian ini ketinggian air masuk divariasikan setinggi 0,5m, 1m dan 1,5m sedangkan diameter pipa outlet divariasikan sebesar 0,5inc, $\frac{3}{4}$ inc dan 1 inc. Dari percobaan ini didapatkan bahwa ketinggian air masuk dan diameter pipa outlet berpengaruh signifikan terhadap ketinggian air keluar, dari kedua factor tersebut yang paling berpengaruh terhadap ketinggian air keluar adalah ketinggian air masuk

Kata kunci : Pompa, Hidram, Pipa-outlet, Pipa-inlet, Ketinggian-air

1. Pendahuluan

Air merupakan salah satu faktor yang sangat penting dan dibutuhkan dalam kehidupan makhluk hidup. Selain untuk pengembangan fisiologis makhluk hidup, air juga menjadi input bagi beragam upaya atau

kegiatan makhluk hidup dalam rangka menghasilkan sesuatu untuk kelangsungan hidupnya. Oleh karena itu, air harus tersedia kapanpun dan dimanapun dalam jumlah, waktu, dan mutu yang memadai.

Munculnya permasalahan yang menyangkut air yang disebabkan oleh peningkatan beragam kebutuhan dan kepentingan kehidupan makhluk hidup, pada gilirannya berdampak terhadap terganggunya kondisi permintaan dan penyediaan air. Peningkatan jumlah penduduk yang harus diimbangi oleh peningkatan kebutuhan permukiman dan pangan (pertanian), pembangunan industri serta sarana dan prasarana sosial ekonomi lainnya menyebabkan permintaan akan air semakin tinggi. Untuk memenuhi permintaan tersebut, beragam teknologi pemanfaatan air telah banyak dikembangkan, sehingga kebutuhan air dapat terpenuhi dalam jumlah yang memadai. Sektor pertanian dan konsumsi masyarakat membutuhkan air dalam jumlah besar, baik yang berasal dari sumber air permukaan maupun air tanah, memanfaatkan beragam teknologi yang mampu mengangkat dan mengalirkan air dari sumbernya ke lahan-lahan pertanian serta hunian penduduk. Penggunaan pompa air yang digerakkan dengan tenaga listrik menjadi pilihan utama saat ini.

Namun jika dilihat dari sisi pembiayaan, baik dalam tahap pengembangan maupun pengelolaan, teknologi irigasi tersebut memunculkan persoalan di tingkat lapangan, khususnya bagi petani, yaitu ketidakmampuan petani dalam mengoperasikan dan memelihara sarana dan prasarana irigasi yang dimiliki. Akibatnya, banyak sarana dan prasarana yang dibangun menjadi rusak yang secara langsung berdampak pada penurunan tingkat produktivitas petani.

Oleh karena itu, perlu dicari dan dikembangkan suatu model teknologi irigasi yang memadai, menggunakan teknologi tepat guna, efisien, dan ekonomis sehingga dalam pengelolaannya tidak tergantung pada tenaga listrik atau bahan bakar lainnya, sebuah teknologi yang membutuhkan biaya operasional yang murah dan tidak membebani petani dalam melakukan kegiatan usaha taninya. Salah satu teknologi irigasi yang mulai dikembangkan adalah pompa hydraulic ram atau lazim disebut pompa hidram.

Pompa hidram merupakan salah satu pompa air yang hemat energi dan ramah lingkungan. 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. Penelitian mengenai pompa hidram telah banyak dilakukan, akan tetapi masih banyak pula yang perlu dikaji sehingga pengetahuan tentang perencanaan pompa

hidram lebih baik. Efektifitas kinerja dari pompa hidram dipengaruhi beberapa parameter, antara lain head masuk/tinggi jatuh/ketinggian sumber air, diameter pipa, tabung penghantar, karakteristik katup buang (*waste valve*), panjang pipa masuk (*drive pipe*), volume tabung hantar dan ketinggian pipa *output*.

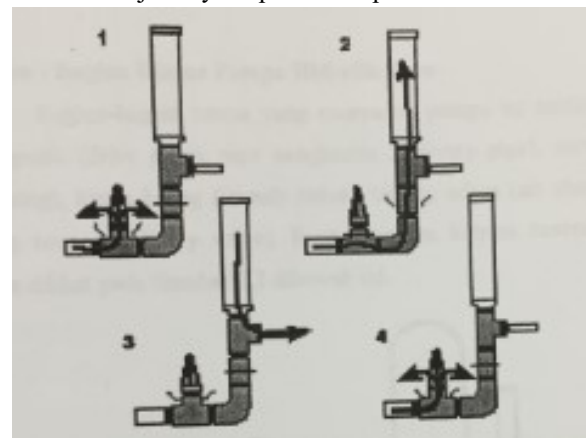
Pada umumnya masyarakat tidak memperhatikan pengaruh ketinggian air masuk dan diameter pipa *outlet* terhadap ketinggian air yang dihasilkan. Padahal dua faktor ini sangat berpengaruh. Oleh karena itu penulis akan menganalisa dua faktor tersebut yaitu pengaruh ketinggian air masuk dan diameter pipa outlet terhadap ketinggian air yang dihasilkan.

Prinsip Kerja Hidrolik Ram

Prinsip kerja pompa hidrolik ram merupakan proses perubahan energi kinetik aliran air menjadi dinamik dan sebagai akibatnya menimbulkan palu air (*water hammer*) sehingga terjadi tekanan tinggi didalam pipa. Dengan mengusahakan supaya katup buang dan katup hantar terbuka dan tertutup secara bergantian, maka tekanan dinamik diteruskan sehingga tekanan yang terjadi di dalam pipa pemasukan memaksa air naik ke pipa penghantar.

Cara Kerja Pompa Hidram

Cara kerja pompa hidram terbagi dalam 4 siklus, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Siklus kerja pompa hidram

Siklus kerja pompa hidram :

1. Pada saat air dialirkan pada pipa penggerak, maka air keluar melalui katup buang karena katup tersebut pada posisi terbuka.
2. Kemudian beberapa saat kecepatan aliran pada pipa penggerak cukup tinggi untuk mengangkat atau memberi gaya angkat pada katup buang, maka katup secara cepat menutup. Dan akibat

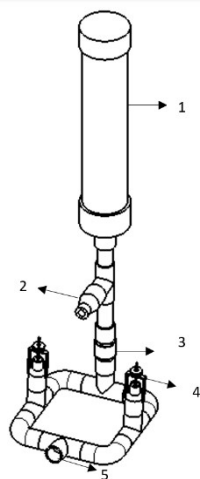
penutupan katup buang secara tiba-tiba maka tekanan air meningkat tinggi sehingga membuka katup hantar, sehingga air masuk ke dalam tabung udara dan menekan udara di dalamnya. Tekanan air yang terjadi relatif tinggi sesuai dengan tekanan tumbukan air.

3. Pada siklus yang ketiga udara yang tertekan tinggi sesuai dengan tekanan tumbukan air, kembali menekan balik air di dalam tabung dan karena tekanan itu pula maka katup hantar tertutup sehingga air keluar melalui pipa penghantar.
4. Pada saat katup hantar tertutup maka tekanan air pada pipa penggerak akan cukup rendah sehingga katup buang akan membuka terbuka dan siklus pertama terulang kembali dan seterusnya. Siklus ini dapat terjadi 30 – 120 kali per menit tergantung kondisi head, besar aliran, ukuran pompa hidram dan berat atau panjang langkah katup buang.

Rancangan Konstruksi Pompa Hidram

Hydraulic ram yang ada telah dirancang kembali dan diperbaiki berdasarkan pengalaman yang diperoleh di lapangan sampai ram dapat bekerja baik pada semua keadaan dengan pemeliharaan minimum. *Hydraulic ram* dibuat dari bahan pipa PVC.

Bagian-bagian utama yang menyusun pompa hidram terdiri dari pipa outlet, pipa inlet, tabung udara, katup buang, dan katup hantar. Bentuk pompa hidram dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2. Bagian bagian pompa hidram

Keterangan gambar :

1. Tabung udara
2. Pipa outlet
3. Katup penghisap

4. Katup pembuang
5. Pipa inlet

Tabung Udara

Tabung Udara berfungsi meneruskan dan melipat gandakan tenaga pemompaan, sehingga air yang masuk ke tabung kompresor dapat di pompa naik, Pemasangan tabung udara dapat meningkatkan debit air pada pipa penyalur maka tabung udara dapat meningkatkan efisiensi pompa dengan demikian tabung udara meningkatkan unjuk kerja pompa hidram [1].

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 [2].

Bentuk tabung pompa hidram dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3. Tabung udara

a. Pipa Output

Hidram dapat memompa pada ketinggian yang cukup tinggi. Dengan pipa keluar atau pipa output 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. Pada percobaan ini penulis menggunakan selang sebagai pipa outlet. Daya angkat Pompa Hidram diangkat vertical minimum adalah kira – kira dua kali tinggi jatuh vertical.

Analisa Pengaruh Tinggi Jatuhan Air Terhadap Head Pompa Hidram 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.

b. Katup hisap

Katup hisap adalah sebuah katup satu arah yang berfungsi untuk pembuangan air dari badan hidram menuju tabung udara untuk selanjutnya dinaikkan

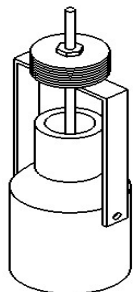
menuju tangki penampungan. Katup penghisap harus dibuat satu arah agar air yang telah masuk ke dalam tabung udara tidak dapat kembali lagi ke dalam badan hidram. Katup penghisap harus mempunyai lubang yang besar sehingga memungkinkan air yang di pompa memasuki ruang udara tanpa hambatan pada aliran. Model katup hisap dapat dilihat pada Gambar 4



Gambar 4. Katup hisap

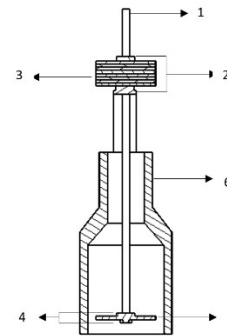
c. Katup buang

Katup buang 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 dapat dilihat pada Gambar 5



Gambar 5 Katup buang

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 langkah 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 6



Gambar 6 Bagian – Bagian Katup Buang

Keterangan gambar :

1. Tangkai katup, bahan yang digunakan baut.
2. Mur penjepit atas
3. Ring pemberat
4. Mur penjepit bawah
5. Karet
6. Reducer

d. Pipa Inlet

Pipa masuk atau pipa inlet dapat di buat dari bahan apapun, termasuk pipa plastik tetapi dengan syarat bahan tersebut dapat menahan tekanan air. Pada percobaan ini digunakan pipa PVC.

Persamaan-persamaan pada Pompa Hidram Asas Bernoulli [3]

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} + H - H_l = \frac{P_3}{\rho g} + \frac{v_3^2}{2g} + H_3$$

Keterangan :

P = Tekanan pada titik nol yaitu tekanan atmosfer (0 N/m²)

P = Tekanan pada titik 3 (N/m²)

v₁ = Kecepatan aliran pada titik nol (0) karena debit konstan (m/s)

v₃ = Kecepatan aliran pada titik 3 (0) karena aliran terhenti seiring menutupnya katup limbah (m/s)

H = Tinggi air masuk (m)

H_l = Kerugian tinggi tekan (0 m)

H₃ = Ketinggian katup limbah (0 m)

ρ = Massa jenis air (kg/m³)

g = Percepatan gravitasi (9,8 m/s²)

Tekanan dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$P = \rho . g (H - H_l)$$

Keterangan :

P = Tekanan air keluar (N/m²)

ρ = Massa jenis air (kg/m³)

g = Percepatan gravitasi (9,8 m/s²)

H = Tinggi air masuk (m)
 Hl = Kerugian tinggi tekan (0 m)

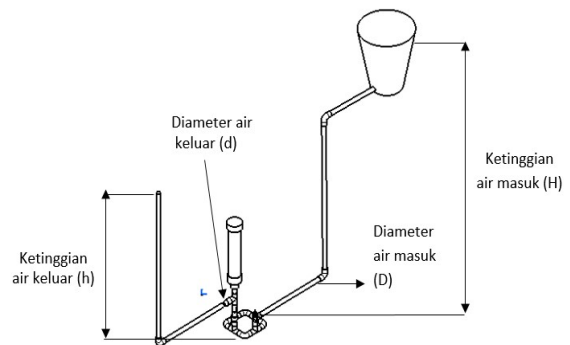
Debit Air Keluar dihitung menggunakan rumus berikut:

$$Qd = \frac{H \cdot 0,6 \cdot Qs}{h}$$

Keterangan :

Qd = Debit air keluar (m³/s)
 H = Tinggi air masuk (m)
 Qs = Debit air masuk (m³/s)
 h = Tinggi air keluar (m)

Bentuk gambaran percobaan tersebut dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Bentuk gambaran percobaan

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan alur seperti Gambar 7.



Gambar 7. Diagram alir penelitian

Untuk mengetahui pengaruh ketinggian air masuk dan diameter pipa outlet terhadap ketinggian air keluar masing masing menggunakan tiga level yaitu:

- Ketinggian air masuk : 0,5 m, 1 m dan 1,5 m
- Diameter pipa outlet: ½ inch, ¾ inch dan 1 inch

Disain percobaan untuk semua variabel dan level tersebut adalah seperti Table 1.

Tabel.1 Disain percobaan

No.	Ketinggian Air Masuk (m)	Diameter Pipa Outlet (in)	Ketinggian Air Keluar (m)		
			Perc. 1	Perc.2	Perc.3
1	0,5	1			
2	0,5	¾			
3	0,5	½			
4	1	1			
5	1	¾			
6	1	½			
7	1,5	1			
8	1,5	¾			
9	1,5	½			

3. Hasil dan Pembahasan

Pada Gambar 8 merupakan alat yang telah dibuat.



Gambar 8. Bentuk pompa dan pelaksanaan percobaan

Berdasarkan percobaan yang dilakukan didapatkan hasil pada Tabel 2

Tabel 2. Data hasil percobaan

No.	Ketinggian Air Masuk (m)	Diameter Pipa Outlet (in)	Ketinggian Air Keluar (m)			Rata-rata dari Percobaan
			Perc.1	Perc. 2	Perc. 3	
1	0,5	1	2,00	2,00	2,00	2,00
2	0,5	¾	2,90	2,90	2,80	2,86
3	0,5	½	3,20	3,30	3,20	3,23
4	1	1	3,00	2,80	3,00	2,98
5	1	¾	3,40	3,60	3,30	3,43
6	1	½	3,90	4,00	4,00	3,96
7	1,5	1	4,40	4,20	4,20	4,26
8	1,5	¾	4,70	4,50	4,60	4,60
9	1,5	½	5,00	5,00	5,10	5,03

Tabel ANOVA dari data percobaan tersebut dapat dilihat pada Table 3.

Tabel 3. ANOVA

General Linear Model: Ketinggian air keluar versus Ketinggian air masuk; Diameter pipa outlet

Factor	Type	Levels	Values
Ketinggian air masuk	fixed	3	0,5; 1,0; 1,5
Diameter pipa outlet	fixed	3	0,50; 0,75; 1,00

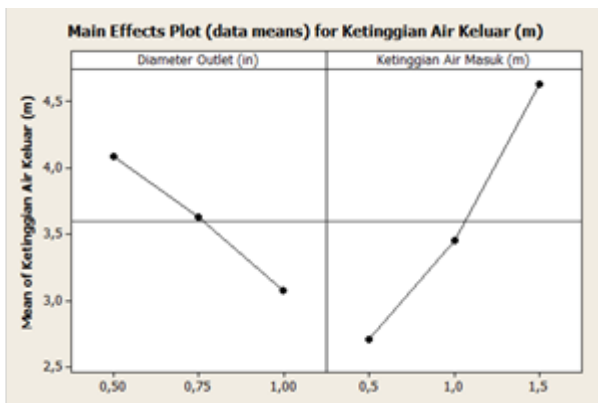
Analysis of Variance for Ketinggian air keluar, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Ketinggian air masuk	2	17,1163	17,1163	8,5581	1050,32	0,000
Diameter pipa outlet	2	4,6230	4,6230	2,3115	283,68	0,000
Ketinggian air masuk*	4	0,2726	0,2726	0,0681	8,36	0,001
Diameter pipa outlet*						
Error	18	0,1467	0,1467	0,0081		
Total	26	22,1585				

S = 0,0902671 R-Sq = 99,34% R-Sq(adj) = 99,04%

Dari tabel ANOVA di atas dapat dilihat bahwa nilai F untuk ketinggian air masuk adalah 1050, nilai F diameter pipa outlet adalah 283,6 dan nilai F interaksi ketinggian air masuk * diameter pipa outlet adalah 8,36, sementara berdasarkan tabel $F_{(0,005, 2, 18)} = 3,55$ dan $F_{(0,005, 4, 18)} = 2,93$. Karena F hitung **lebih besar** dari F tabel untuk semua faktor berarti ada pengaruh ketinggian air masuk terhadap ketinggian air keluar, ada pengaruh diameter pipa outlet terhadap ketinggian air keluar dan ada pengaruh interaksi ketinggian air masuk * diameter pipa outlet terhadap ketinggian air keluar.

Berapa besar pengaruh masing masing faktor diatas dapat dilihat pada diagram pengaruh faktor utama yang didapatkan dari aplikasi MINITAB seperti Gambar 9:

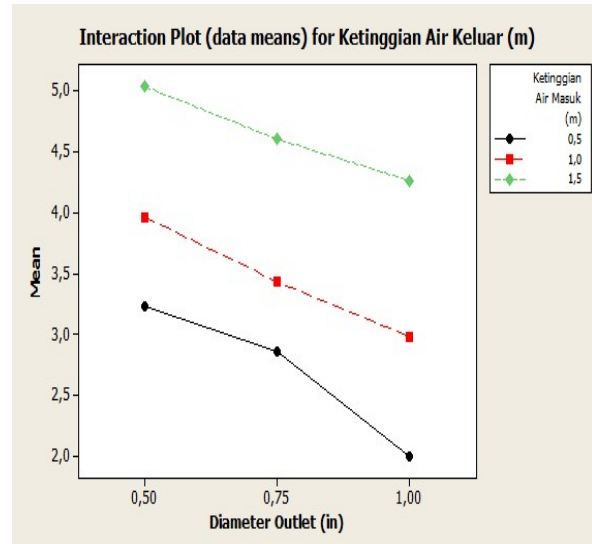


Gambar 9. Pengaruh faktor utama terhadap ketinggian air masuk

Pada gambar diatas dapat dilihat pengaruh masing masing faktor terhadap ketinggian air keluar. Untuk diameter pipa outlet memiliki pengaruh yang berlawanan dimana semakin besar pipa outlet semakin berkurang ketinggian air keluar sedangkan untuk ketinggian air masuk semakin tinggi air masuk semakin tinggi pula ketinggian air keluar. Dari kedua faktor tersebut yang paling berpengaruh terhadap ketinggian air keluar adalah ketinggian air masuk hal itu dapat dilihat kemiringan grafiknya lebih curam dibandingkan dengan grafik diameter pipa outlet hal

ini juga dapat dilihat dari nilai F ketinggian air masuk lebih besar dibandingkan F diameter pipa outlet . F ketinggian air masuk = 1050,32 , F diameter pipa outlet = 283,68.

Pengaruh Diameter Pipa Outlet terhadap Air Keluar



Gambar 10. Pengaruh diameter pipa outlet terhadap ketinggian air keluar

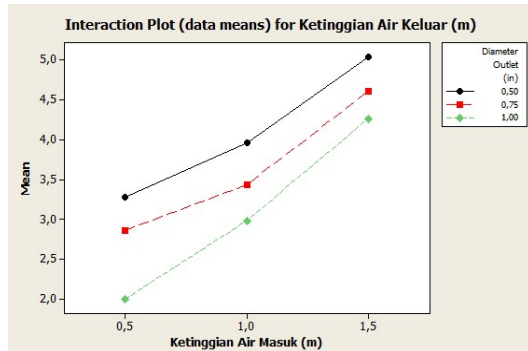
Berdasarkan Gambar 10 di atas, dapat dilihat bahwa setiap perubahan yang dilakukan pada diameter pipa outlet berpengaruh terhadap ketinggian air keluar maksimal (m) seperti yang terlihat pada grafik diatas. Pada ketinggian air masuk 0,5 meter, 1 meter, dan 1,5 meter terjadi penurunan ketinggian air keluar maksimal apabila ukuran diameter pipa outlet diperbesar dari ½ inchi ke ¾ inchi dan dari ¾ ke 1 inchi. Hal ini disebabkan karena semakin besar ukuran diameter pipa outlet pada pompa hidram tersebut, maka tekanan yang dihasilkan akan semakin kecil, karena luas penampang pada diameter pipa outlet berpengaruh terhadap tekanan yang dihasilkan.

Semakin besar luas penampang pada diameter pipa outlet, maka tekanan yang dihasilkan akan semakin kecil, inilah yang menyebabkan terjadinya penurunan ketinggian air keluar maksimal apabila ukuran diameter pipa outlet diperbesar.

Perubahan diameter pipa outlet terhadap ketinggian air keluar maksimal cukup berpengaruh, hal ini dapat dilihat pada grafik diatas. Pada ketinggian air masuk 1,5 meter terjadi penurunan ketinggian air keluar maksimal ±0,8 meter, dan pada ketinggian air masuk 1 meter terjadi penurunan ketinggian air keluar maksimal ±1 meter, sedangkan pada ketinggian air masuk 0,5 meter terjadi penuruna ketinggian air keluar maksimal ±1,2 meter.

Jika dirata-ratakan pengaruh diameter pipa outlet terhadap ketinggian air keluar maksimal ± 1 meter.

Pengaruh Ketinggian Air Masuk terhadap Air Keluar

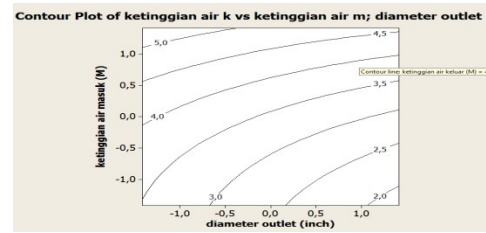


Gambar 11. Pengaruh Ketinggian Air Masuk terhadap Air Keluar

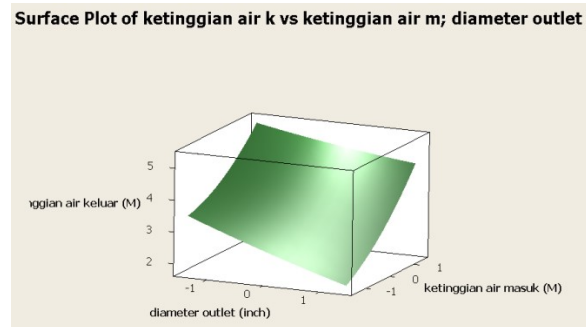
Berdasarkan Gambar 11, dapat dilihat bahwa setiap perubahan yang dilakukan pada ketinggian air masuk berpengaruh terhadap ketinggian air keluar maksimal (m) seperti yang terlihat pada grafik diatas. Pada diameter pipa outlet 1/2 inchi, 3/4 inchi, dan 1 inchi terjadi peningkatan ketinggian air keluar maksimal apabila ukuran diameter pipa inlet diperbesar dari 0,5 meter ke 1 meter dan dari 1 ke 1,5 meter. Hal ini disebabkan karena semakin besar ukuran ketinggian air masuk pada pompa hidram tersebut, maka tekanan yang dihasilkan akan semakin besar, karena tekanan air pada ketinggian-ketinggian yang berbeda berpengaruh terhadap tekanan yang dihasilkan. Semakin tinggi sumber air yang di berikan, maka tekanan yang dihasilkan akan semakin besar, inilah yang menyebabkan terjadinya peningkatan ketinggian air keluar maksimal apabila ketinggian air masuk diperbesar.

Perubahan ketinggian air masuk terhadap ketinggian air keluar maksimal cukup berpengaruh, hal ini dapat dilihat pada grafik diatas. Pada diameter pipa outlet 1/2 inchi terjadi peningkatan ketinggian air keluar maksimal $\pm 1,8$ meter, dan pada diameter pipa outlet 3/4 inchi terjadi peningkatan ketinggian air keluar maksimal $\pm 1,8$ meter, sedangkan pada diameter pipa outlet 1 inchi terjadi peningkatan ketinggian air keluar maksimal $\pm 2,2$ meter. Jika dirata-ratakan pengaruh diameter pipa inlet terhadap ketinggian air keluar maksimal $\pm 1,93$ meter.

Untuk interaksi kedua faktor, ketinggian air keluar paling maksimum didapatkan pada saat diameter pipa outlet di level terendah dan ketinggian air masuknya di level terendah, hal itu dapat dilihat pada gambar grafik contour dan gambar grafik surface pada Gambar 12 dan Gambar 13



Gambar 12 Grafik contour plot



Gambar 13. Grafik surface Plot

4. Kesimpulan

Berdasarkan data dan analisa di atas dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pompa Hidram dapat digunakan untuk menaikkan air dari tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi tanpa menggunakan sumber energi.
2. Perubahan yang dilakukan pada ketinggian air masuk sangat berpengaruh terhadap air keluar yang dihasilkan, apabila sumber air semakin tinggi maka air keluar juga akan semakin tinggi. Kedua faktor ini berbanding lurus. Perbedaan yang terjadi pada ketinggian air masuk 0,5 dengan ketinggian 1,5 sebesar $\pm 2,2$ meter dengan menggunakan pipa outlet berukuran yang sama yaitu 1 inch.
3. Perubahan yang dilakukan pada diameter pipa outlet juga berpengaruh terhadap air keluar yang dihasilkan, apabila diameter pipa outlet diperbesar maka air keluar akan semakin rendah. Kedua faktor ini berbanding terbalik. Perbedaan yang terjadi pada diameter pipa outlet 1/2 inch dengan diameter 1 inch sebesar $\pm 1,2$ meter dengan menggunakan ketinggian air masuk yang sama yaitu 1,5 meter.
4. Dari kedua factor tersebut yang paling berpengaruh terhadap ketinggian air keluar adalah perubahan ketinggian air masuk.

Daftar Rujukan

- [1] Budiyo, 2009. *Pengaruh Tinggi dan Diameter inlet terhadap Kapasitas Pompa Hidram dengan Modal Simulasi Program Delphi*. Malang: Jurnal Flywheel. Vol. 2, No.2, pp. 125-91
- [2] Hanafie, J., de Longh, H., 1979, *Teknologi Pompa Hidraulik Ram*, Pusat Teknologi Pembangunan Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [3] Fox, J., McDonald's, 2015. *Introduction to Fluid Mechanics*. John Wiley & Sons, Inc. edisi 9
- [4] Panjaitan, D.O. and Sitepu, T., 2012. *Rancang Bangun Pompa Hidram dan Pengujian Pengaruh Variasi Tinggi Tabung Udara dan Panjang Pipa Pemasukan Terhadap Unjuk Kerja Pompa Hidram*. e-Dinamis, 2(2)
- [5] Sudjana, Prof., DR., M.A., M.Sc., 2010. *Desain Dan Analisis Eksperimen*, Edisi IV, Penerbit Tarsito-Bandung, Bandung.
- [6] Supardi dan Edi Santoso. 2015. *Analisa Pengaruh Tinggi Jatuhan Air terhadap Head Pompa Hidram*. Surabaya: Jurnal Pengabdian LPPM UNTAG Surabaya. Vol. 01, No.02.