



Variasi sudut pipa masukan terhadap unjuk kerja pompa *hydrum*

Variation of input pipe angle to the performance of the hydrum pump

R. Sutanto^{*1}, K. Wardani², M. Wirawan¹, Salman¹

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Jln. Majapahit No. 62 Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia. HP. 0816586519

²Balai Wilayah Sungai Nusa Tenggara I

*E-mail: r.sutanto@unram.ac.id

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article History:

Received 30 October 2018

Accepted 26 November 2018

Available online 1 January 2019

Keywords:

Hydrum pump

Aterfall angle

Volumetric rate

Efficiency



Water is one of the factors which is very important and necessary in the life of living creatures. Therefore, water must be available whenever and wherever in the quantity, timing, and sufficient quality. Hydraulic ram pump (*Hydrum*) is a pump which does not require external energy as the power source. The purposes of this research are to understand the influence of input pipe angle on the output generated volumetric rate and efficiency. This research used a hydrant pump with a compressor dimension of 3 inch in diameter and 60 cm in height. The input pipe angles varied were 35°, 40°, 45°, 50° and 55°. The water heights were ranging from 1 to 5 meter. The method of analysis was conducted by analyzing the data obtained during the experiments. The results show that the best output volumetric rate is 0.079 l/s with the input pipe angle of 35° and the water height of 3 m. The lowest output volumetric rate of 0.01 l/s is obtained from the pump with the input pipe angle of 55° and the water height of 5 m. The best efficiency is 6.10% in at the input pipe angle of 35 ° and water height of 3 m. The lowest efficiency is 1.24% at the input pipe angle of 55° and water height of 5 m.

Dinamika Teknik Mesin, Vol. 9, No. 1 Januari 2019, p. ISSN: 2088-088X, e. ISSN: 2502-1729

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. 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. Beberapa daerah yang letaknya jauh dari sumber air atau berada di atas sumber air tentu akan kesulitan mendapatkan air. Oleh karena itu diperlukan suatu teknologi yang mampu mengangkat air dari tempat yang rendah ke tempat yang

lebih tinggi. Salah satu upaya untuk memenuhi kebutuhan air, terutama di lokasi yang posisinya lebih tinggi dari pada mata air adalah menggunakan pompa air.

Jenis pompa yang lazim digunakan saat ini adalah pompa air bertenaga motor listrik dan pompa yang menggunakan bahan bakar minyak (solar atau bensin). Untuk daerah perkotaan kebutuhan BBM tidak terlalu menjadi masalah. Sementara itu dari data yang berhasil dihimpun bahwa di daerah pedesaan atau daerah terpencil keberadaan BBM sangat langka, bila ada, harganya pun sangat mahal. Untuk mengatasi masalah inilah timbul pemikiran untuk menggunakan pompa air tanpa motor listrik dan pompa yang tidak memerlukan BBM.

Pompa *Hydraulic Ram* (Hidram) adalah sebuah pompa yang tidak memerlukan energi luar sebagai sumber tenaga penggerak utama. Selain tidak memerlukan energi luar sebagai sumber tenaga penggerak utama, pompa hidram juga memiliki kelebihan lain, yaitu: konstruksinya sederhana, tidak memerlukan pelumasan, dapat bekerja kontinyu selama 24 jam tanpa berhenti, pengoperasiannya mudah, biaya pembuatan dan perawatannya murah (Siahaan, 2012).

Banyak penelitian telah dilakukan terkait dengan pompa hidram diantaranya, oleh Putra (2010), dalam penelitiannya tentang pengujian pompa hidram yang ramah lingkungan dengan variasi tinggi pipa masukan dan sudut pipa masukan. Efisiensi terbesar diperoleh pada pipa masukan 2 m (tinggi level air 5 m) dan sudut pipa masukan 31° yaitu sebesar 14,23 % dan 19,14%. Sedangkan pemompaan tertinggi terjadi pada ketinggian pipa masukan 4 m (tinggi level air 5 m) dengan sudut pipa masukan 40°.

Sutanto dan Wirawan (2011) melakukan penelitian pompa hidram dengan ukuran 3,75 cm dan susunan ILK memiliki efisiensi terbaik pada tinggi pipa masukan 2,5 meter dengan debit masukan 2,458 liter/detik sedang debit keluaran yang mampu diangkat oleh pompa sebesar 0,087 liter/detik sedangkan tinggi angkat atau tinggi vertikal dari pompa yakni sebesar 30 meter serta efisiensi pompa hidram yakni sebesar 13,6%. Sedangkan untuk susunan IKL memiliki efisiensi terbaik pada tinggi pipa masukan 2 meter dengan debit masukan 2,302 liter/detik sedang debit keluaran yang mampu diangkat oleh pompa sebesar 0,068 liter/detik sedangkan tinggi angkat atau tinggi vertikal dari pompa yakni sebesar 25 meter serta efisiensi pompa hidram yakni sebesar 14,2 %.

Dalam penelitian Cahyanta dan Taufik (2008), tentang studi terhadap prestasi pompa hidraulik ram dengan variasi beban katup limbah bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja pompa hidraulik ram dengan variasi berat katup buang dan *head input*. Pompa hidraulik ram yang digunakan memiliki diameter pipa masuk 1,5 inch dan diameter pipa keluar 0,5 inch. Variasi berat katup limbah yang dipakai adalah 410 g, 450 g, 490 g, 540 g, 580 g dan 630 g. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas aliran maksimum, maksimum *head discard* dan efisiensi maksimum dicapai pada berat katup limbah 410 g. Kapasitas aliran maksimum adalah $11,146 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$, maksimum *head discard* adalah 7,378 m dan efisiensi maksimum adalah 16,302 %.

Semakin panjang ukuran pipa *inlet* maka debit pompa hidram (Q) yang dihasilkan akan semakin besar. Hal ini juga berbanding lurus dengan nilai efisiensi pompa hidram, semakin panjang pipa *inlet* yang digunakan, semakin besar nilai debit (Q) yang dihasilkan. Nilai debit pompa hidram (Q) maksimum adalah pada panjang pipa *inlet* 2,5 m, dengan pemberat 0,46 kg, dengan nilai $Q = 142,126 \text{ cm}^3/\text{s}$. Nilai efisiensi pompa maksimum adalah efisiensi dengan menggunakan pemberat 0,46 kg pada panjang pipa *inlet* 2,5 m dan *head* pipa penghantar ($H+h$) 200 cm, dengan efisiensi debit sebesar 24,40 % dan efisiensi *D'Aubuisson* sebesar 35,87%. (Herawati dkk., 2009).

Pompa *hydraulic ram* memanfaatkan tenaga aliran air yang jatuh dari tempat suatu sumber air dan sebagian dari air itu dipompakan ke tempat yang lebih tinggi. Pada berbagai situasi, penggunaan pompa hidram memiliki keuntungan dibandingkan dengan pompa jenis lainnya, yaitu tidak menggunakan bahan bakar atau tambahan tenaga dari sumber lain, tidak membutuhkan pelumasan, bentuk sederhana, biaya pembuatan serta pemeliharannya murah dan tidak membutuhkan keterampilan tinggi untuk membuatnya. Pompa ini dapat bekerja dua puluh empat jam.

Kemampuan pompa hidram dapat direpresentasikan dalam bentuk efisiensi *D'aubuisson*.

$$\eta = \frac{Q_2}{Q_1} \frac{H_2}{H_1} 100\% \quad (1)$$

Dengan η menyatakan efisiensi pompa hidram (%), Q_1 adalah debit air pipa masukan atau *input* (liter/detik), Q_2 adalah debit air yang dinaikkan atau *output* (liter/detik), H_1 menyatakan tinggi pipa masukan air atau *input* (m) dan H_2 adalah tinggi air angkat atau *output* (m). Persamaan yang digunakan untuk mengukur debit air:

$$Q = V / t \quad (2)$$

Q adalah debit aliran (liter/detik), V adalah volume (m^3), dan t adalah selang waktu (detik). Persamaan yang digunakan untuk mengukur *head* hantar pompa adalah:

$$P_h = \rho gh \quad (3)$$

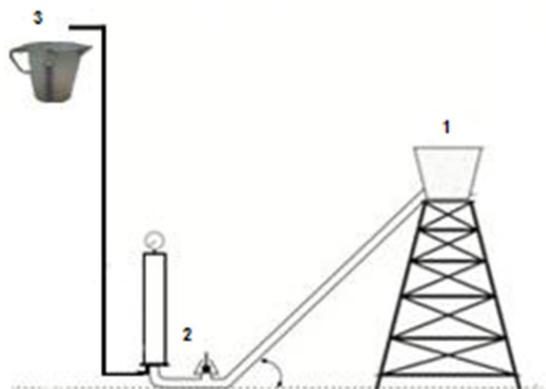
ρ adalah massa jenis fluida (kg/m^3), g adalah percepatan gravitasi bumi (m/s^2), h menyatakan ketinggian (m) dan P_h adalah tekanan hidrostatik (Pa).

2. METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian di Workshop Jurusan Teknik Mesin Universitas Mataram. Variabel-variabel yang diteliti dalam penelitian ini adalah variabel bebas yang terdiri dari konfigurasi saluran *input* pompa hidram dengan lima variasi sudut pipa masukan dan variabel terikat yang terdiri dari tekanan *input*, tekanan *output*, tekanan tabung kompresor, debit *input*, debit *output* dan efisiensi.

Pada penelitian ini tinggi *input* atau sumber air (H_1) yang digunakan adalah 1 meter dari pompa sedangkan tinggi *output* (H_2) yang digunakan yaitu lima variasi tinggi keluaran (3, 3½, 4, 4½, 5) meter, untuk sudut dari pipa masukan sendiri digunakan lima variasi sudut pipa masukan yaitu (35°, 40°, 45°, 50°, 55°) terhadap arah horisontal seperti terlihat dalam gambar 1.

Adapun diameter pipa *input* yang digunakan adalah 3,75 cm dan pipa keluaran 1,25 cm, sedangkan untuk tabung kompresor digunakan pipa galvanis dengan diameter 7,5 cm dan tinggi tabung 60 cm (gambar 1). Proses pengambilan data dilakukan dengan tiga kali pengulangan untuk setiap variasi yang digunakan, dari tiga kali pengulangan tersebut diambil rata – rata untuk hasil yang akan digunakan dalam perhitungan. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan maka diperoleh beberapa data seperti debit *input* (Q_1), Tekanan (P), debit *output* (Q_2) dan efisiensi (η).

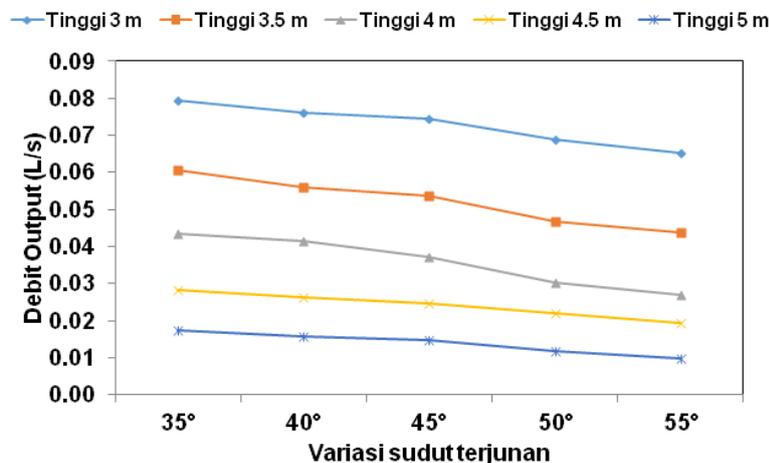


Gambar 1. Skema alat penelitian. (1) *input*, (2) pompa hidram, (3) *output*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Unjuk kerja pompa yang akan dianalisa pada penelitian ini adalah, debit air *output* (Q_2), gaya hisap, gaya dorong, dan (η) efisiensi untuk semua variasi sudut pipa masukan dan tinggi keluaran (H_2). Debit *output* (Q_2) yang paling besar dihasilkan pada sudut pipa masukan 35° seperti yang

ditunjukkan pada gambar 2 ini berlaku untuk setiap variasi tinggi keluaran, sedangkan debit *output* (Q_2) yang paling rendah dihasilkan pada sudut pipa masukan 55° untuk setiap variasi tinggi keluaran. Hal ini disebabkan karena semakin besar sudut pipa masukan semakin pendek pipa *input* yang digunakan sehingga tekanan yang dihasilkan untuk mengangkat air ke penampungan semakin kecil. Kerja pompa hidram diawali dengan aliran air dari sumber masuk melalui pipa pemasukan atau pipa penghubung dan keluar dari katup limbah, ketika tekanan air yang mengalir besar maka akan mendorong katup limbah sehingga memaksakutup limbah tertutup dan menghentikan aliran di pipa pemasukan. Kondisi ini menyebabkan adanya gaya tekan yang tinggi dari pipa pemasukan dan memaksa air untuk mengalir ke pipa penghantar dengan tekanan tinggi sehingga mampu dialirkan ke tempat yang lebih tinggi dengan volume yang cukup besar. Dengan kata lain semakin besar tekanan air yang masuk ke pompa maka semakin besar pula debit *output* (Q_2) yang akan dihasilkan. Ini menunjukkan bahwa antara tekanan yang masuk berbanding lurus dengan debit *output* (Q_2) yang dihasilkan untuk semua variasi sudut pipa masukan pompa hidram.

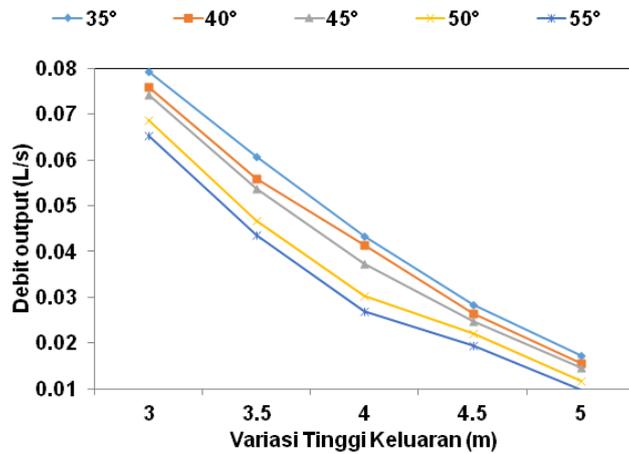


Gambar 2. Hubungan antara variasi sudut pipa masukan dan variasi tinggi keluaran pipa penghantar terhadap debit output yang dihasilkan.

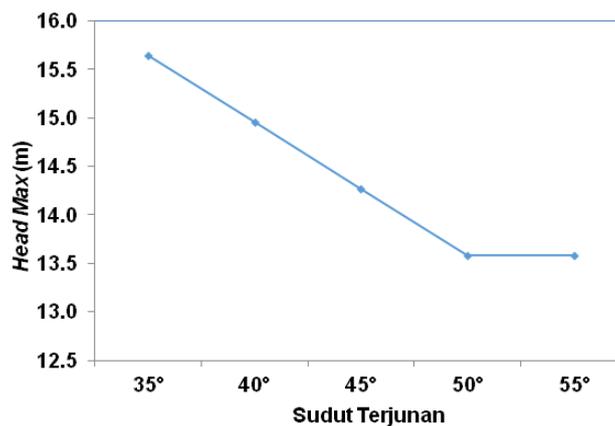
Berdasarkan gambar 3 hasil penelitian variasi tinggi keluaran pipa penghantar dan variasi sudut pipa masukan menghasilkan debit *output* paling besar pada keluaran 3 m untuk semua variasi sudut pipa masukan yang digunakan. Sedangkan untuk debit *output* yang paling rendah dihasilkan oleh tinggi keluaran 5 m untuk semua variasi sudut pipa masukan yang digunakan. Hal ini disebabkan karena ketika posisi keluaran pipa penghantar berada pada ketinggian 3 m, volume air yang mampu diangkat lebih besar dibandingkan dengan volume air yang harus diangkat pada ketinggian 5 m. Dimana dengan semakin besar sudut pipa masukan pompa hidram yang digunakan untuk semua variasi tinggi keluaran pada pipa penghantar, tekanan yang dihasilkan semakin kecil sehingga volume air yang dihasilkan cenderung menurun.

Pada gambar 4 dapat dilihat bahwa semakin besar sudut pipa masukan yang digunakan maka head maksimum yang terjadi pada pompa cenderung akan semakin kecil. Hal ini disebabkan oleh panjang pipa pemasukan yang semakin kecil dengan semakin besar sudut pipa masukan yang digunakan sehingga tekanan yang dihasilkan pada setiap variasi sudut pipa masukan semakin kecil.

Pada gambar 5 di atas dari hubungan antara tekanan *input* (P_1) dengan gaya hisap (F_{hisap}) dapat dilihat bahwa semakin besar sudut pipa masukan pompa maka semakin kecil gaya hisap yang bekerja pada pompa tersebut. Hal ini karena tekanan masuk semakin kecil dengan semakin besarnya sudut pipa masukan pompa.



Gambar 3. Hubungan antara variasi tinggi keluaran pipa penghantar dan variasi sudut pipa masukan terhadap debit output yang dihasilkan.

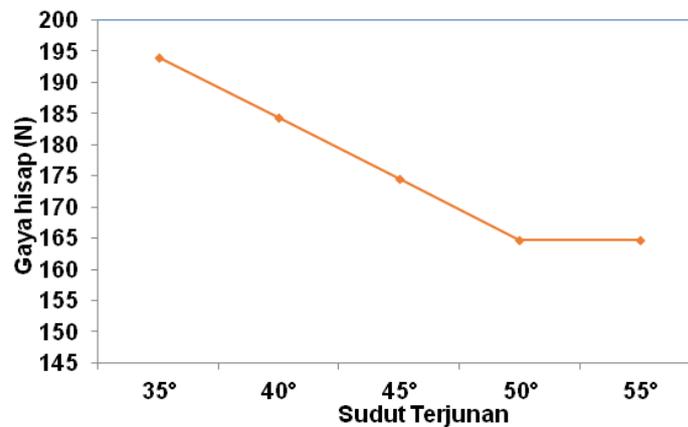


Gambar 4. Hubungan antara sudut pipa masukan dengan *head max*.

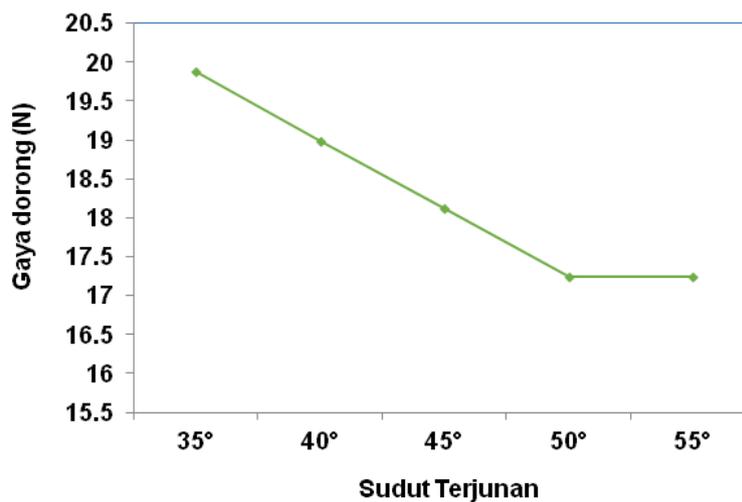
Pada gambar 4 dapat dilihat bahwa semakin besar sudut terjunan yang digunakan maka head maksimum yang terjadi pada pompa cenderung akan semakin kecil. Hal ini disebabkan oleh panjang pipa pemasukan yang semakin kecil dengan semakin besar sudut terjunan yang digunakan sehingga tekanan yang dihasilkan pada setiap variasi sudut terjunan semakin kecil.

Pada gambar 5 di atas dari hubungan antara tekanan *input* (P_1) dengan gaya hisap (F_{hisap}) dapat dilihat bahwa semakin besar sudut terjunan pompa maka semakin kecil gaya hisap yang bekerja pada pompa tersebut. Hal ini karena tekanan masuk semakin kecil dengan semakin besarnya sudut terjunan pompa.

Pada gambar 6 hubungan sudut terjunan dengan gaya dorong di atas diketahui bahwa sudut terjunan berbanding terbalik dengan gaya dorong pompa, artinya semakin besar sudut terjunan pompa maka semakin kecil gaya dorong yang bekerja karena tekanan keluar pompa semakin kecil dengan semakin besar sudut terjunan yang digunakan sehingga volume air yang dapat dinaikkan juga ikut mengecil.



Gambar 5. Hubungan antara sudut pipa masukan dengan gaya hisap.

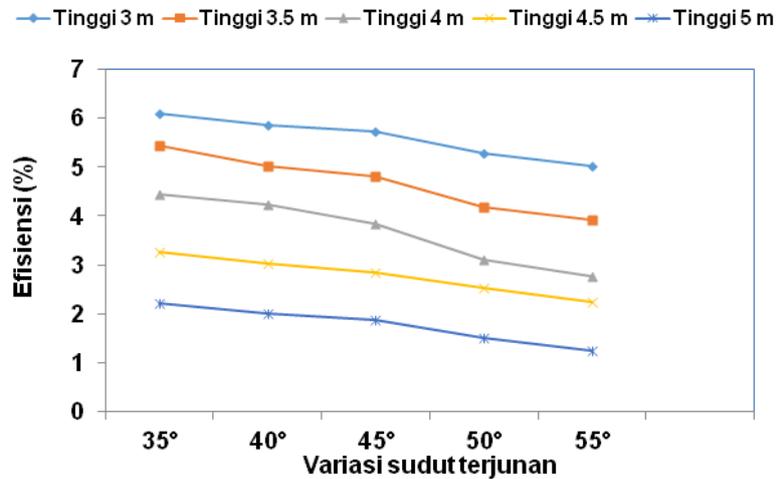


Gambar 6. Hubungan antara sudut pipa masukan dengan gaya dorong.

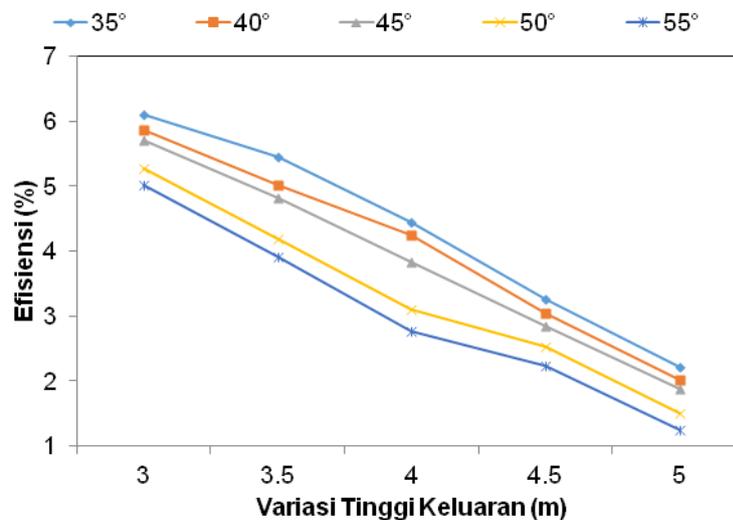
Pada gambar 7 tersebut menunjukkan bahwa efisiensi yang paling besar yaitu 6,103% dihasilkan oleh tinggi keluaran 3 m, sedangkan efisiensi yang paling kecil yaitu 1,239% diperoleh dari tinggi keluaran 5 m, namun di sini terlihat bahwa efisiensi tertinggi jika dilihat dari variasi sudut terjunan ditunjukkan oleh sudut yang paling kecil yaitu 35° sedangkan efisiensi terendah dihasilkan oleh sudut terjunan yang paling besar yaitu 55°. Hal ini disebabkan karena tekanan yang cenderung semakin kecil menyebabkan debit *output* yang dihasilkan semakin kecil dengan semakin besarnya sudut terjunan yang digunakan.

Pada gambar 8 dapat dilihat efisiensi yang paling tinggi ditunjukkan oleh variasi tinggi keluaran 3 m untuk semua variasi sudut terjunan. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi keluaran yang digunakan maka debit *output* yang dihasilkan akan semakin berkurang akibat tekanan yang semakin menurun dan semakin bawah tinggi keluaran yang digunakan maka debit *output* yang dihasilkan akan

semakin besar untuk semua variasi sudut terjunan. Hal ini akan sangat berpengaruh terhadap efisiensi yang akan dihasilkan.



Gambar 7. Hubungan antara variasi sudut pipa masukan dan variasi tinggi keluaran pipa penghantar terhadap efisiensi yang dihasilkan.



Gambar 8. Hubungan antara variasi tinggi keluaran pipa penghantar dan variasi sudut terjunan terhadap efisiensi yang dihasilkan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil dan pembahasan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut. Semakin kecil sudut terjunan yang digunakan, maka semakin besar debit *output* (Q_2) yang akan dihasilkan, dengan demikian dapat dikatakan bahwa sudut terjunan berbanding terbalik dengan debit *output* (Q_2). Semakin tinggi variasi keluaran pipa penghantar pompa hidram, maka semakin rendah debit *output* (Q_2) yang akan dihasilkan untuk setiap variasi sudut terjunan yang digunakan. Semakin

besar sudut terjunan maka gaya hisap dan gaya dorong pompa hidram semakin kecil. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai gaya hisap yang paling besar yaitu 194,1 N pada sudut terjunan 35° dan yang terkecil yaitu 164,6 N pada sudut 55°. Sementara gaya dorong terbesar yaitu 19,9 N pada sudut terjunan 35° dan gaya dorong terkecil sebesar 17,2 N pada sudut 55°. Efisiensi (η) yang paling besar diperoleh pada sudut terjunan 35° yaitu 6,1% untuk setiap variasi tinggi keluaran pipa penghantar yang digunakan, sedangkan efisiensi (η) terendah diperoleh dari sudut terjunan 55° yaitu 1,2% untuk setiap variasi tinggi keluaran pipa penghantar yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyanta Y.A., Taufik I., 2008, Studi terhadap prestasi pompa hidraulik ram dengan variasi beban katup limbah, Jurusan Teknik Mesin Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.
- Herawati Y., Kuswartomo, Wibowo G.D., 2009, Pengaruh panjang pipa inlet terhadap efisiensi pompa hidram, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Putra T., 2010, Pengujian pompa hidram sebagai pompa ramah lingkungan, Skripsi Universitas Mataram.
- Siahaan P., 2012, Rancang bangun dan uji eksperimental pengaruh variasi panjang driven pipe dan diameter air chamber terhadap efisiensi pompa hidram, Jurusan Teknik Mesin Universitas Sumatra Utara.
- Sutanto R., Wirawan M., 2011, Analisa pengaruh variasi susunan terhadap kemampuan unjuk kerja pompa hidram ditinjau dari aspek tinggi terjunan, *Jurnal Dinamika Teknik Mesin*, 1(1), 21-25.