Pengaruh Variasi Sudut Terjunan Terhadap Unjuk Kerja Pompa Hydram *(Hydraulic Ram Pum)*

\*Syamsul Haris Nasution, \*\*Rudy Sutanto, \*\*Made Wirawan

\*Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram
\*\* Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram
Jl. Majapahit No. 62 Mataram, Nusa Tenggara Barat

Telepon. (0370) 636126, Fax. (0370) 636523

Email: h.nasution43@yahoo.com

*ABSTRACT*

*Water is one of the factors which 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 (Hydram) is a pump does not require external energy as the power source. The purposes of this research are understanding the influence of falling angle from the hydrant pump toward generated debit and finding the influence of the falling angle of the hydrant pump to generated efficiency.*

*This research uses hydrant pump by the specification of tube compressor its’ diameter 3 inches and a height 60 cm. the falling angle of pump are 35 °, 40 °, 45 °, 50 ° and 55 °. The falling-height is 1 meter with five variations of weight-lift 3, 3½, 4, 4½, and 5 meters.*

*The method of analysis is conducted by analyzing data obtained during the experiment, where the results in the form of quantitative data which is presented in type of tables and displayed in graphical form. The results of the research shows that the best output debit on falling 35 ° namely 0.079 L / s with 3 meters’ water weight-lift, while the lowest output debit on falling 55 ° namely 0.010 L / s 5 meters’ water weight-lift. The best efficiency is 6.103% in the falling angle of 35 ° with 3 meters’ of water weight-lift, while the lowest efficiency is 1.239% in the falling angle of 55 ° with 5 meters’ of water weight-lift.*

***Keywords****: Pump Hydram, Angle waterfall, Debit, Efficiency.*

**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.

Mengingat kondisi tofografi dan morfologi serta kemiringan lereng wilayah sungai di pulau Lombok yang didominasi oleh dataran, pegunungan dan perbukitan tentunya berpengaruh terhadap ketersediaan air. Dibeberapa 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 [1].
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 didaerah pedesaan atau daerah terpencil keberadaan BBM sangat langka, bila ada, harganyapun sangat mahal. Untuk mengatasi masalah inilah timbul pemikiran untuk menggunakan pompa air tanpa motor listrik dan pompa yang tidak memerlukan BBM [2].

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 perawatan murah [3].

**TINJAUAN PUSTAKA**

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

Dalam penelitian Cahyanta [5], tentang studi terhadap prestasi pompa hidraulik ram dengan variasi beban katup limbah bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja pompa hidrolik ram dengan variasi berat katup buang dan *head input*. Pompa hidrolik 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 × 10-5 m³/s, maksimum *head discard* adalah 7,378 m dan efisiensi maksimum adalah 16,302 %..

Kesimpulan dari penelitian Suarda [6], di samping untuk mendapatkan hasil pemompaan yang kontinu, tabung udara juga berfungsi mengurangi daya yang diperlukan oleh pompa. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa *head* tekanan balik di dalam pipa penghantar menurun dari 103,87 m tanpa menggunakan tabung udara menjadi 37,85 m dengan tabung udara. Selanjutnya, dalam pipa penyalur *head* tekanan akibat *water hammer* meningkat dari 0,29 m tanpa menggunakan tabung udara menjadi 2,9 m dengan menggunakan tabung udara. Sehingga pemasangan tabung udara dapat meningkatkan efisiensi pompa hidram secara signifikan dari 0.72 % tanpa tabung menjadi 19,45 % dengan tabung udara.

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 cm/dt. 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 [7].

**Sistem Kerja Pompa Hidram**

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 pemeliharaannya murah dan tidak membutuhkan keterampilan tinggi untuk membuatnya. Pompa ini dapat bekerja dua puluh empat jam.

Pompa hidram bekerja dengan sistim pemanfaatan tekanan dinamik atau gaya air yang timbul karena adanya aliran air dari sumber air ke pompa, gaya tersebut dipergunakan untuk menggerakan katup yang bekerja dengan frekwensi tinggi, sehingga diperoleh gaya besar untuk mendorong air ke atas Dirjen Pengelolaan Air & Lahan, [8].

**DASAR TEORI**

**Effisiensi Pompa Hidram**

Kemampuan pompa hidram dapat direfresentatifkan dalam bentuk efisiensi *D’aubuisson*.

Efisiensi menurut *D’aubuisson* :

$η= \frac{Q2}{Q1} x \frac{H2}{H1}x100\%$ (1)

Dimana:

η = Efisiensi pompa hydram (%)

Q1 = Debit air terjunan atau input (l/menit)

Q2 = Debit air yang dinaikkan atau output (l/menit)

H1 = Tinggi terjunan air atau input (m)

H2 = Tinggi air angkat atau output (m)

Persamaan yang digunakan untuk mengukur debit air

*Q* = $\frac{V}{t}$ (2)

Dimana,

*Q*= debit (m3/s)

*V*= volume (m3)

*t*= selang waktu (s)

Persamaan yang digunakan untuk mengukur head hantar pompa

Ph = *ρ g h* (3)

Dimana,

*ρ* = Massa jenis fluida (kg/m3)

*g* = Percepatan gravitasi (m/s2)

*h* = Ketinggian (m)

Ph = Tekanan hidrostatis (Pa)

**METODE PENELITIAN**

 Lokasi Penelitian di Workshop Jurusan Teknik Mesin Uniersitas Mataram

**Prosedur Penelitian**

1. Tahap Persiapan
2. Pembuatan Tabung Kompresor
3. Tahap Pengujian
4. Pengambilan data
5. Analisa Data

Variabel-variabel yang diteliti dalam penelitian ini dibedakan menjadi variable bebas dan variable terikat

1. Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah konfigurasi saluran input pompa hidram dengan lima variasi sudut terjunan

1. Variabel Terikat

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah tekanan input, tekanan output, tekanan tabung kompresor, debit input, debit output dan efisiensi

Bagian-bagian dan instlasi pompa hidram :



 Gambar 1. Bagian-bagian pompa hidram



Gambar 2. Instalasi pompa hidram

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada penelitian ini tinggi *input* atau sumber air (H1) yang digunakan adalah 1 meter dari pompa sedangkan tinggi *output* (H2) yang digunakan yaitu lima variasi tinggi keluaran (3,3½,4,4½,5) meter, untuk sudut dari terjunan sendiri digunakan lima variasi sudut terjunan yaitu (350,400,450,500,550). Adapun diameter pipa *input* yang digunakan adalah 1,5 inchi dan pipa keluaran 0,5 inchi, sedangkan untuk tabung kompresor digunakan pipa galvanis dengan ukuran 3 inchi dan tinggi tabung 60 cm.

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* (Q1), Tekanan (P), debit *output* (Q2) dan efisiensi(ɳ).

 Unjuk kerja pompa yang akan dianalisa pada penelitian ini adalah, debit air *output* (Q2) , gaya hisap (Fhisap), gaya dorong (Fdorong), dan (ɳ) efisiensi untuk semua variasi sudut terjunan dan tinggi keluaran (H2).

1. Hubungan antara Variasi Sudut Terjunan dan Variasi Tinggi Keluaran Pipa Penghantar Terhadap Debit *Output* yang dihasilkan.

Gambar 3. Hubungan antara Variasi Sudut Terjunan dan Variasi Tinggi Keluaran Pipa Penghantar Terhadap Debit *Output* yang dihasilkan.

Dari hasil penelitian dilapangan didapatkan data dengan grafik di atas. Pada gambar 3 tersebut menunjukkan bahwa debit *output* (Q2) yang paling besar dihasilkan pada Sudut terjunan 35° , ini berlaku untuk setiap variasi tinggi keluaran, sedangkan debit *output* (Q2) yang paling rendah dihasilkan pada Sudut terjunan 55° untuk setiap variasi tinggi keluaran. Hal ini disebabkan karena semakin besar sudut terjunan 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 memaksa katup 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* (Q2) yang akan dihasilkan. Ini menunjukkan bahwa antara tekanan yang masuk berbanding lurus dengan debit *output* (Q2) yang dihasilkan untuk semua variasi sudut terjunan pompa hidram.

1. Hubungan antara Variasi Tinggi Keluaran Pipa Penghantar dan Variasi Sudut Terjunan terhadap Debit *Output* yang dihasilkan.

Gambar 4. Hubungan antara Variasi Tinggi Keluaran Pipa Penghantar dan Variasi Sudut Terjunan terhadap Debit *Output* yang dihasilkan.

Berdasarkan gambar 4 hasil penelitian variasi tinggi keluaran pipa penghantar dan variasi sudut terjunan menghasilkan debit *output* paling besar pada keluaran 3 m untuk semua variasi sudut terjunan yang digunakan. Sedangkan untuk debit *output* yang paling rendah dihasilkan oleh tinggi keluaran 5 m untuk semua variasi sudut terjunan 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 terjunan pompa hidram yang digunakan untuk semua variasi tinggi keluaran pada pipa penghantar, tekanan yang dihasilkan semakin kecil sehingga volume air yang dihasilkan cenderung menurun.

1. Hubungan antara Sudut Terjunan dengan *Head max*

Gambar 5. Hubungan antara Sudut terjunan dengan *Head max*

Pada grafik 4.3 dapat dilihat bahwa semakin besar sudut terjunan head maksimum pompa cenderung 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.

4. Hubungan antara Sudut Terjunan dengan Gaya Hisap

Gambar 6. Hubungan antara Sudut Terjunan dengan Gaya Hisap

Pada Gambar 6 di atas dari hubungan antara tekanan *input* (P1) dengan gaya hisap (Fhisap) 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.

5. Hubungan antara Sudut Terjunan dengan Gaya Dorong

Grambar 7. Hubungan antara Sudut Terjunan dengan Gaya Dorong

Pada Grafik 4.5 hubungan antara tekanan *output* (P2) dengan gaya dorong (Fdorong) 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.

1. Hubungan antara Variasi sudut terjunan dan Variasi Tinggi Keluaran Pipa Penghantar terhadap Efisiensi yang dihasilkan.

Gambar 8. Hubungan antara Variasi sudut terjunan dan Variasi Tinggi Keluaran Pipa Penghantar terhadap Efisiensi yang dihasilkan.

 Dari hasil penelitian dilapangan didapatkan data dengan grafik di atas. Pada grafik 4.6 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.

1. Hubungan antara Variasi Tinggi Keluaran Pipa Penghantar dan Variasi Sudut Terjunan terhadap Efisiensi yang dihasilkan.

Gambar 9. Hubungan antara Variasi Tinggi Keluaran Pipa Penghantar dan Variasi Sudut Terjunan terhadap Efisiensi yang dihasilkan.

Pada grafik 4.7 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.

**PENUTUP**

**Kesimpulan**

Berdasarkan data hasil perhitungan dan analisa data pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan diantaranya:

1. Dari hubungan antara variasi sudut terjunan dan variasi tinggi keluaran terhadap debit *output* (Q2) di peroleh debit *output* (Q2) yang paling rendah pada variasi sudut terjunan 55° untuk setiap variasi tinggi keluaran yang digunakan, sedangkan debit *output* (Q2) yang paling besar dihasilkan pada variasi sudut terjunan 35°. Artinya semakin kecil sudut terjunan yang digunakan, maka semakin besar debit *output* (Q2) yang akan dihasilkan, dengan demikian dapat dikatakan bahwa sudut terjunan berbanding terbalik dengan debit *output* (Q2).
2. Dari hubungan antara variasi tinggi keluaran dengan variasi sudut terjunan terhadap debit *output* (Q2) diperoleh kesimpulan bahwa semakin tinggi variasi keluaran pipa penghantar pompa hidram, maka semakin rendah debit *output* (Q2) yang akan dihasilkan untuk setiap variasi sudut terjunan yang digunakan.
3. Dari hubungan antara sudut terjunan terhadap gaya hisap dan gaya dorong pompa hidram diketahui bahwa Sudut terjunan berbanding terbalik terhadap gaya hisap dan gaya dorong pompa, dimana 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 194,1107 N pada sudut terjunan 35° dan yang terkecil yaitu 164,6356 N pada sudut 55°. Sementara gaya dorong terbesar yaitu 19,87341 N pada sudut terjunan 35° dan gaya dorong terkecil sebesar 17,24645 N pada sudut 55°.
4. Dari hubungan antara variasi sudut terjunan dan variasi tinggi keluaran terhadap efisiensi (ɳ) diperoleh semakin besar sudut terjunan yang digunakan, maka efisiensi (ɳ) yang dihasilkan akan semakin rendah. Pada penelitian ini efisiensi (ɳ) yang paling besar diperoleh pada sudut terjunan 35 ° yaitu 6,103% untuk setiap variasi tinggi keluaran pipa penghantar yang digunakan, sedangkan efisiensi (ɳ) terendah diperoleh dari sudut terjunan 55° yaitu 1,239% untuk setiap variasi tinggi keluaran pipa penghantar yang digunakan.
5. Dari hubungan antara variasi tinggi keluran dan variasi sudut terjunan terhadap efisiensi (ɳ) dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi keluaran pipa penghantar, maka semakin rendah efisiensi (ɳ) yang dihasilkan untuk semua variasi sudut terjunan yang digunakan. Pada penelitian ini diperoleh efisiensi (ɳ) yang paling besar pada variasi tinggi keluaran 3 meter untuk semua variasi sudut terjunan yang digunakan, sedangkan efisiensi (ɳ) paling rendah diperoleh dari tinggi keluaran 5 meter untuk semua variasi sudut terjunan yang digunakan.
6. Setelah dilihat dari beberapa hubungan di atas kesimpulan terakhir yang dapat diambil dari penelitian ini adalah dari lima variasi sudut terjunan yang digunakan, sudut terjunan 35° menghasilkan debit *output* (Q2) dan efisiensi (ɳ) yang paling besar untuk semua variasi tinggi keluaran pipa penghantar pompa hidram yang digunakan.

**Saran**

1. Pada penelitian selanjutnya diharapkan untuk mengukur debit input ketika pipa pemasukan sudah terhubung dengan pompa.
2. Ketelitian dalam membaca alat ukur sangat perlu diperhatikan sehingga hasil yang didapatkan presisi.

**DAFTAR PUSTAKA**

[1] Anonim, 2010. *Pola Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Pulau Lombok.http://dsdan.go.id/index.php/component/phocadownload/category/122-strategis-nasional?download=183:pola-psda-ws-p-lombok.* (diakses pada tanggal 7 agustus 2015)

[2] Sutanto, R. dan Wirawan, M., 2012, *Analisa Pengaruh Variasi Susunan Terhadap Kemampuan Unjuk Kerja Pompa Hidram Ditinjau Dari Aspek Tinggi Terjunan*, Jurusan Teknik Mesin Universitas Mataram, Mataram.

[3] 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. Medan.

[4] Putra, T. 2010. *Pengujian Pompa Hidram Sebagai Pompa Ramah Lingkungan*. Skripsi. Universitas Mataram. Mataram.

[5] Cahyanta, Y.A. dan Taufik, I. 2008. *Studi Terhadap Prestasi Pompa Hidraulik Ram Dengan Variasi Beban Katup Limbah*. Jurusan Teknik Mesin Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta.

[6] Suarda, M. dan Wirawan, IKG. 2008. *Kajian Eksperimental Pengaruh Tabung Udara Pada Head Tekanan Pompa Hidram*. Universitas Udayana . Bali.

[7] Herawati, Y., Kuswartomo., and Wibowo, G.D., 2009. *Pengaruh Panjang Pipa Inlet Terhadap Efisiensi Pompa Hidram*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.

[8] Dirjen Pengelolaan Air dan Lahan Departemen Pertanian. 2009. *Pedoman Teknis Pengembangan Irigasi Pompa Hidram*. Jakarta.

­­­­­­­­