

KAJI EKSPERIMENTAL PENGARUH BEBAN DAN JARAK LANGKAH KATUP PADA POMPA HIDRAM TERHADAP KARAKTERISTIK POMPA

EXPERIMENTAL STUDY OF EFFECT LOAD AND DISTANCE OF LOAD AT HIDRAM PUMP ON CHARACTERISTICS OF PUMP

Prasetyo¹, Ali Mahmudi¹, Helmi Julian Samsi²

Dosen Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung¹

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Program Studi D-III Teknik Mesin²

pras.mesin@gmail.com

ABSTRAK

Pompa berfungsi untuk memindahkan fluida dari suatu tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi. Salah satu jenis pompa adalah jenis *dynamic pump*. Pompa hidram termasuk salah satu jenis pompa ini, tetapi pompa ini bekerja tidak secara berputar melainkan dengan pembebanan terhadap pompa. Pompa jenis ini tidak memerlukan sumber listrik serta murah dalam perawatan. Akan tetapi, efisiensi pompa jenis ini masih sangat rendah. Pada penelitian ini, dibuat prototipe pompa hidram dengan spesifikasi: *headinput* 1,5 m, diameter *input* 2", diameter katup limbah 40 mm, *airchamber* berdiameter 4 inchi dengan panjang 650 mm, diameter *output* 1" dengan *headoutput* 3m dan 4 m. Pembebanan diberikan pada katup pompa dengan variasi 0.6, 0.7, 0.9, 1.05 kg serta jarak pembebanan sebesar 5, 8, 10, 12 mm. Pengamatan dan analisis dilakukan terhadap debit dan efisiensi yang dihasilkan. Pengambilan data dilakukan pada dua titik yaitu *head* 3 meter dan 4 meter. Dari pengujian variasi beban dan variasi jarak langkah terhadap debit yang dihasilkan pompa, dapat disimpulkan bahwa semakin besar beban dan jarak langkah yang diberikan, semakin kecil debit dan efisiensi yang dihasilkannya. Debit maksimum yang didapat pada *head* 3m sebesar 21,6 LPM dan pada *head* 4 m sebesar 14,64. Efisiensi terbaik yang dihasilkan pada *head* 3 meter sebesar 16,26% dan pada *head* 4 meter sebesar 14,7%.

Kata kunci: Beban katup limbah, jarak langkah katup limbah, debit, efisiensi

ABSTRACT

Pump used to move the fluid from a low of place to a higher of place. One type of pump is a dynamic pump, a hydraulic pump is belonging one of these types of pumps, this pump operate without by of rotation but this pump operate by load. This type of pump does not require a source of electricity in the process and low cost in terms of maintenance, but efficiency on this type of pump is still very low. In this study a prototype of a hydraulic ram pump was make with specified: 1.5 m head input, 2 inch input diameter, 40 mm diameter of pump, 4 inch inlet air chamber with 650 mm length, 1inch output diameter with 3m and 4m output head . The weight is given to the pump valve with variations of 0.6, 0.7, 0.9, 1.05 kg and the distance of 5, 8, 10, 12 mm from the valve. The observations and analyzes were performed on the flow rate and result of efficiency. The data taken from 2 points of head 3 meters and 4 meters. As the result from the experiment of variationweight and distancecan be concluded that the larger and the distance available, the flow rate will be down and the efficiency too. The maximum flow rate

can be on the 3meters head is 21.6 LPM and the head 4 meters is 14.64 LPM. The best efficiency produced on the head of 3 meters by 16.26% and the head 4 meters by 14.7%.

Keywords: load of waste valve, distance of waste valve, flow rate, efficiency

PENDAHULUAN

Pompa adalah suatu alat yang berfungsi untuk memindahkan fluida dari suatu tempat yang rendah ke tempat yang tinggi dari titik semula. Dalam penggunaannya, pompa dihubungkan dengan motor listrik ataupun motor bakar yang merupakan penggerak mulanya. Biaya dibutuhkan untuk perawatan dan operasi pompa sehingga menjadi kendala bagi masyarakat yang memerlukan pompa namun tidak mampu merawat. Pompa dengan motor penggerak-mula energi listrik menjadi permasalahan ketika digunakan terutama di daerah yang memiliki keterbatasan instalasi kelistrikan serta kelangkaan pasokan bahan bakar di daerah tersebut.

Bertitik tolak dari permasalahan tersebut, perlu sebuah pompa alternatif yang andal untuk mengalirkan air namun tidak memerlukan banyak biaya untuk pengoperasian dan perawatannya. Pompa hidram mampu bekerja tanpa menggunakan motor penggerak-mula, bahan bakar atau listrik karena pompa ini bekerja memanfaatkan energi hantaman air (*waterhammer*). Pompa hidram memiliki keandalan yang sangat baik sehingga mudah perawatannya. Efektivitas kinerja pompa hidram dipengaruhi oleh beberapa parameter diantaranya ketinggian reservoir, diameter pipa, jenis pipa, panjang pipa inlet, dan panjang langkah katup limbah. Pengembangan parameter-parameter ini dapat mengikat efektivitas kinerja dari pompa hidram.

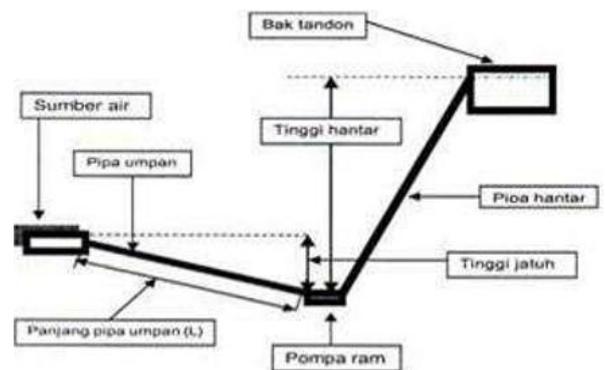
Pada penelitian ini, dilakukan proses instalasi dan pengujian prototipe pompa hidram dengan variasi pembebanan serta penambahan variasi jarak langkah katup.

Pengujian dilakukan dengan menguji pengaruh variasi pembebanan yang diberikan pada katup limbah (*waste valve*) dan variasi jarak langkah katup limbah terhadap debit serta efisiensi pompa.

Manfaat yang diharapkan adalah mendapatkan hasil dengan efisiensi terbaik serta berkontribusi terhadap perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Tujuan yang ingin dicapai antara lain mengetahui karakteristik pompa yang dipengaruhi oleh variasi pembebanan pada katup limbah (*waste valve*) terhadap debit dan efisiensi pompa hidram serta efisiensi pompa hidram.

Penelitian Terdahulu

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu tentang pompa hidram, konstruksi yang bisa dijadikan referensi adalah konstruksi yang tertera pada Gambar 1 yang dikutip dari (Arpan, 2002).



Gambar 1. Konstruksi Pompa Hidram

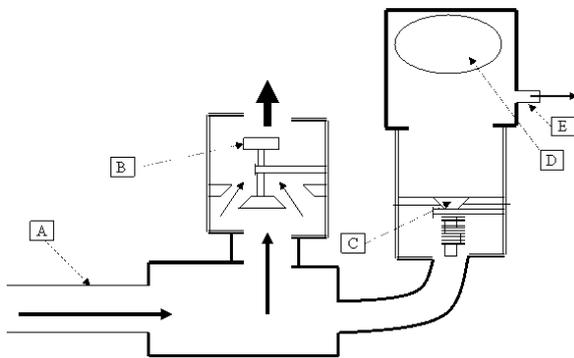
Salah satu penelitian mengenai pompa hidram dilakukan oleh Wahyudi dan Fachrudin (2008) yang menjelaskan hubungan tekanan dengan debit air pompa hidram. Berdasarkan pengujiannya, diperoleh korelasi antara tekanan *input* dan

tekanan *output* pompa hidram yaitu rata-rata tekanan *output* adalah tujuh kali tinggi tekanan *input* pompa hidram. Artinya, apabila kita merancang sebuah pompa hidram, tekanan *output* yang dihasilkan dapat mencapai tujuh kali lipat dari tekanan *input*.

Pengujian selanjutnya adalah mencari korelasi antara debit *input* dan debit *output* pompa hidram. Dari pengujian, didapatkan data bahwa ($Q_{out} 30\% Q_{in}$) debit air yang dihasilkan hanya 30% dari debit air yang masuk; yang artinya masih ada 70% air yang tidak bisa diangkat.

Komponen Pompa Hidram

Komponen mengenai pompa hidram dapat disimak pada Gambar 2 yang dikutip dari (Mohammed, 2007)



Gambar 2. Bagian-Bagian Pompa Hidram

Keterangan:

A = Pipa *input*

B= Katup limbah

C= Katup hantar

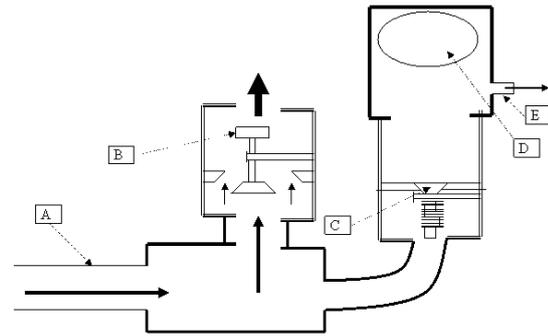
D= Tabung udara

E= Pipa *output*

Siklus Kerja Pompa Hidram

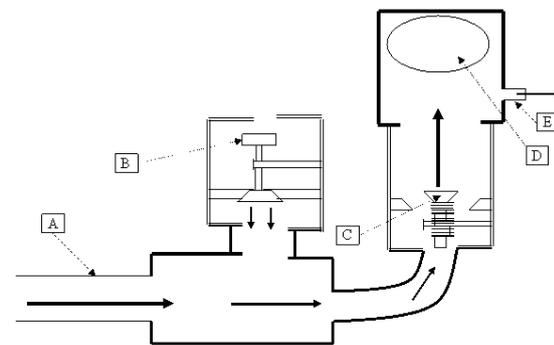
Siklus kerja pompa hidram diawali dengan kondisi 1, yaitu posisi katup limbah terbuka lalu air masuk melalui pipa *input*, sebagian terbuang melalui katup limbah dan memenuhi badan hidram. Karena pengaruh ketinggian bak tampungan

input, air yang mengalir tersebut mengalami percepatan. Posisi katup hantar masih tertutup. Pada kondisi awal ini, tidak ada tekanan dalam tabung udara dan belum ada air yang keluar melalui pipa *output*. Siklus tersebut dapat disimak pada Gambar 3 yang dikutip dari (Mohammed, 2007)



Gambar 3. Skema Pompa Hidram Kondisi 1

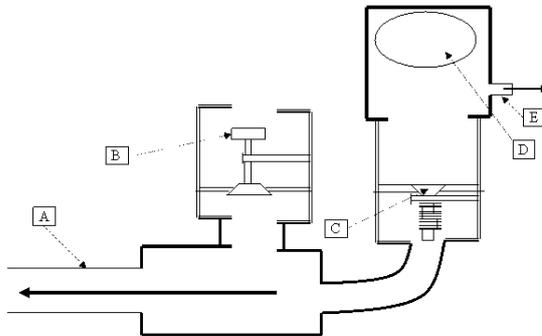
Selanjutnya, siklus hidram pada kondisi 2, yaitu air telah memenuhi badan hidram ketika tekanan air telah mencapai nilai tertentu; katup limbah mulai menutup. Siklus kondisi 2 dapat disimak pada Gambar 4 yang dikutip dari (Mohammed, 2007)



Gambar 4. Skema Pompa Hidram Kondisi 2

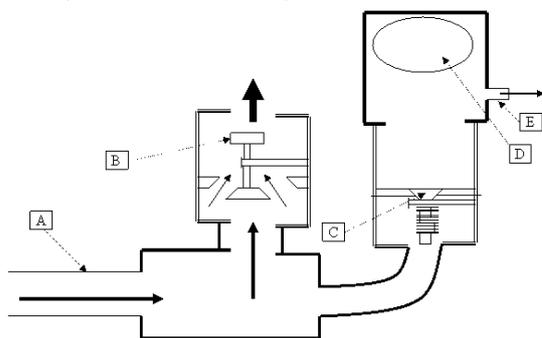
Siklus berikutnya dalam kondisi 3, yaitu dalam keadaan katup buang masih tertutup, penutupan katup dengan tiba-tiba tersebut menciptakan tekanan yang sangat besar sehingga melebihi tekanan statis pipa *input*. Dengan cepat, katup hantar terbuka sehingga sebagian air terpompa masuk ke tabung udara. Udara pada tabung udara

mulai mengembang untuk menyeimbangkan tekanan yang mendorong air keluar melalui lubang *output*. Siklus kondisi 3 dapat disimak pada Gambar 5 yang dikutip dari (Mohammed, 2007)



Gambar 5. Skema Pompa Hidram Kondisi 3 (Mohammed, 2007)

Siklus terakhir adalah pada kondisi 4, yaitu saat katup hantar tertutup, tekanan di dekat katup hantar lebih besar daripada tekanan statis pipa *input* sehingga aliran berbalik arah dari badan hidram menuju bak penampungan. Tekanan di sisi bawah katup limbah juga berkurang. Karena berat katup limbah itu sendiri, katup limbah kembali terbuka. Tekanan air pada pipa kembali ke tekanan statis sebelum siklus berikutnya terjadi lagi. Siklus kondisi 4 dapat disimak pada Gambar 6 yang dikutip dari (Mohammed, 2007)



Gambar 6. Skema Pompa Hidram Kondisi 4

Perhitungan Efisiensi

Budiman (2010) menjelaskan efisiensi pompa merupakan perbandingan daya yang

diberikan pompa kepada fluida dengan daya yang diberikan motor (penggerak) kepada pompa. Akan tetapi, pompa hidram tidak menggunakan motor sehingga dapat digunakan daya air masuk (P_{in}). Persamaannya dapat dituliskan seperti berikut:

$$\eta_p = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

η_p = efisiensi pompa, (%)

P_{in} = daya masuk (W)

P_{out} = daya keluar (W)

Persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung daya fluida adalah sebagai berikut.

$$P = \gamma \cdot H \cdot Q \dots \dots \dots (2)$$

P = daya fluida, (W)

γ = berat jenis air, (N/m^3)

H = Head, (m)

Q = debit, (m^3/s)

Instalasi Pompa Hidram

Penelitian ini dilakukan pada instalasi pompa hidram yang tertera pada Gambar 7.



Gambar 7. Instalasi Pompa Hidram

Keterangan :

1. Reservoir
2. Katup pengatur aliran (*stop valve*)
3. Pipa masuk
4. Badan pompa hidram
5. Air chamber
6. Pressure gauge
7. Katup limbah

- 8. Katup penghantar
- 9. Bak penampungan
- 10. Pipa keluar

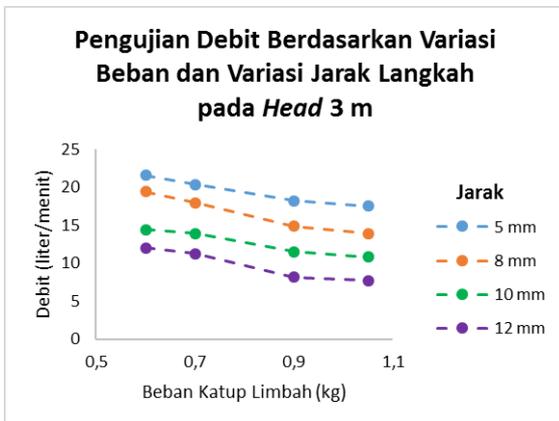
Pengukuran Debit

Pengujian debit dilakukan dengan memvariasikan beban yang diberikan pada katup limbah dan memvariasikan jarak langkah katup. Beban yang digunakan pada pengujian ini menggunakan poros pejal dengan bahan ST-37 dengan beban 0,6 kg, 0,7 kg, 0,9 kg, dan 1,05 kg. Poros tersebut diberi lubang untuk dipasangkan pada katup limbah. Sementara, piston dan poros piston katup limbah memiliki berat yaitu 0,1 kg. Variasi jarak langkah katup yang digunakan adalah 5 mm, 8 mm, 10 mm, dan 12 mm. Debit yang diuji pada pengujian variasi beban yaitu pada ketinggian (*head*) 3 meter dan 4 meter.

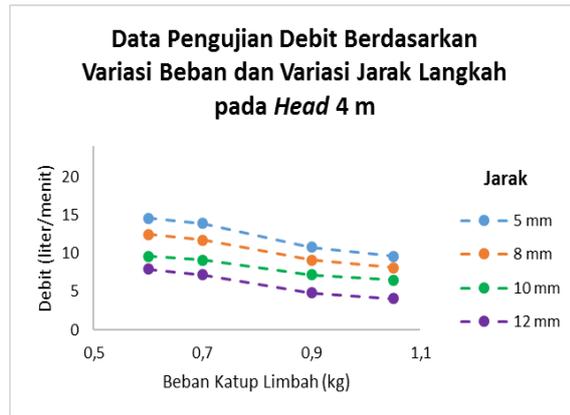
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Debit

Pengukuran debit dilakukan pada dua titik yaitu pada *head* 3 meter dan 4 meter. Beban yang diberikan pada pengujian ini menggunakan empat beban yaitu dengan beban 0,6 kg; 0,7 kg; 0,9 kg; 1,05 kg. Jarak langkah katup limbah pada pengujian ini dimulai dari jarak langkah 5 mm, 8 mm, 10 mm, dan 12 mm. Data-data pengukuran dapat dilihat pada gambar 8 dan 9.



Gambar 8. Data Pengujian Debit *Head* 3 meter



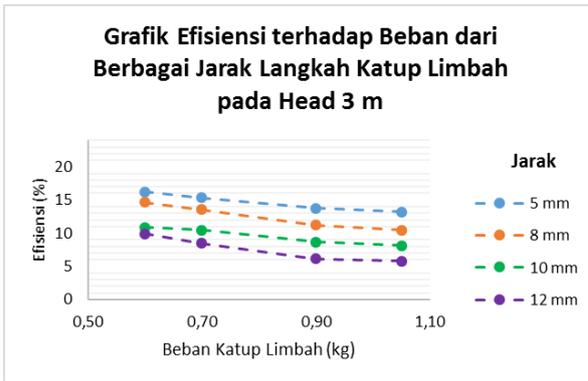
Gambar 9. Data Pengujian Debit *Head* 4 meter

Pada gambar 8 dan gambar 9, dapat dilihat bahwa terdapat pengaruh dari variasi jarak langkah katup limbah dan variasi pembebanan pada katup limbah terhadap debit pemompaan. Terjadi penurunan debit pemompaan yang dihasilkan setiap penambahan beban pada katup limbah dan setiap penambahan jarak pada katup limbah.

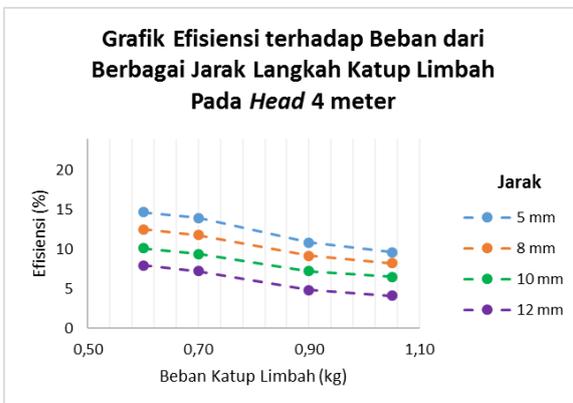
Pada pengukuran debit, didapatkan debit maksimum pada *head* 3 meter yaitu sebesar 21,6 liter/menit pada beban katup limbah 0,6 kg dan pada jarak langkah katup 5 mm, dan debit minimum yaitu sebesar 7,68 liter/menit pada beban katup limbah 1,05 kg dan pada jarak langkah katup 12 mm. Pada *head* 4 meter, didapatkan debit pemompaan maksimum yaitu sebesar 14,64 liter/menit pada beban 0,6 kg dan jarak langkah katup limbah 5 mm, dan debit minimum yaitu sebesar 4,08 liter/menit pada beban 1,05 kg dan jarak langkah katup 12 mm.

Perhitungan Efisiensi

Berikut adalah grafik efisiensi terhadap beban berdasarkan jarak langkah katup pada pengukuran di *head* 3 meter dan 4 meter. Data tersebut didapat dengan menghitung daya keluar yang telah dihitung dibagi daya masuk dikalikan dengan 100%.



Gambar 10. Grafik Efisiensi terhadap Beban pada Berbagai Langkah Katup



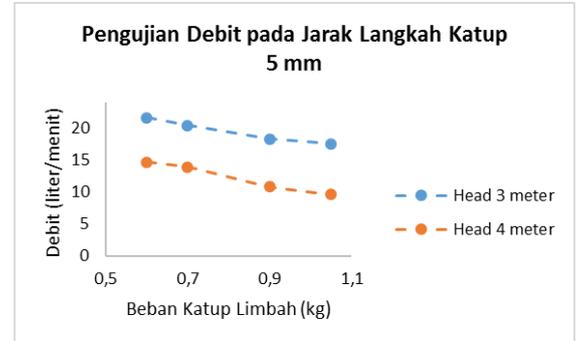
Gambar 11. Grafik Efisiensi terhadap Beban pada Berbagai Langkah Katup

Pada gambar 10 dan 11, dapat dilihat bahwa efisiensi pompa yang dihasilkan terjadi dengan penurunan setiap kenaikan besar beban pada katup limbah. Terjadi penurunan efisiensi setiap kenaikan besar jarak langkah katup limbah. Beban katup serta penambahan jarak langkah memengaruhi besar gaya angkat/dorong yang dihasilkan melalui mekanisme penutupan katup penghantar secara tiba-tiba.

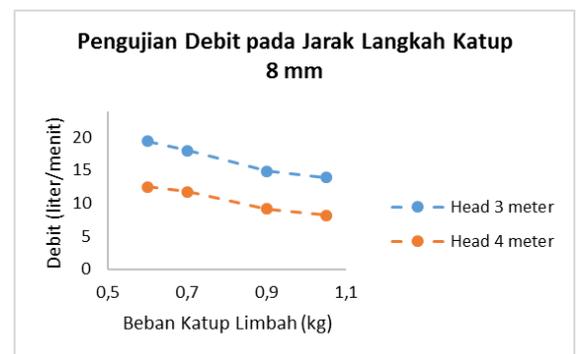
Efisiensi maksimum pompa yang dihasilkan yaitu sebesar 16,27% pada beban katup limbah 0,6 kg dan pada jarak langkah katup limbah 5 mm pada head 3 meter. Sementara, efisiensi maksimum pada head 4 meter adalah 14,7% pada pembebanan dan jarak langkah katup yang sama pada head 3 meter.

Perbandingan Pengukuran Debit

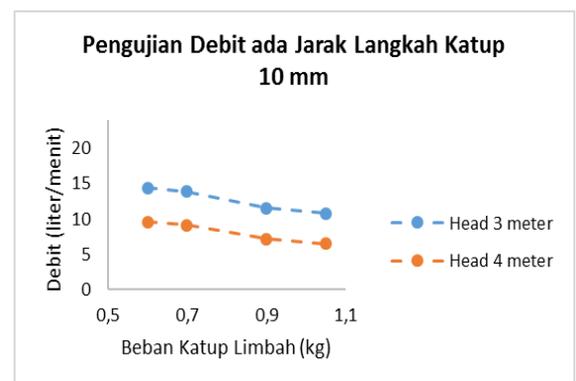
Untuk melihat perbedaan debit pada head 3 meter dengan head 4 meter dapat dilihat pada Gambar 12 hingga Gambar 15.



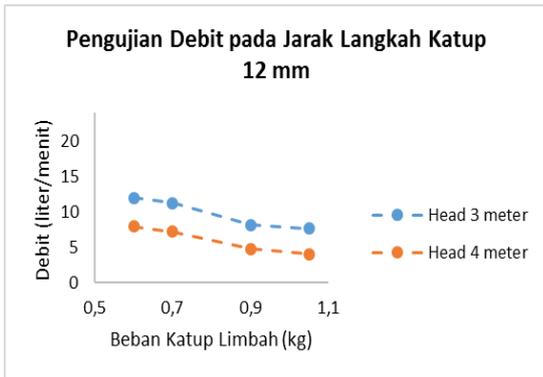
Gambar 12. Grafik Perbandingan Debit pada Head 3 meter dan 4 meter Jarak 5 meter



Gambar 13. Grafik Perbandingan Debit pada Head 3 meter dan 4 meter Jarak 8 meter



Gambar 14. Grafik Perbandingan Debit pada Head 3 meter dan 4 meter Jarak 10 meter



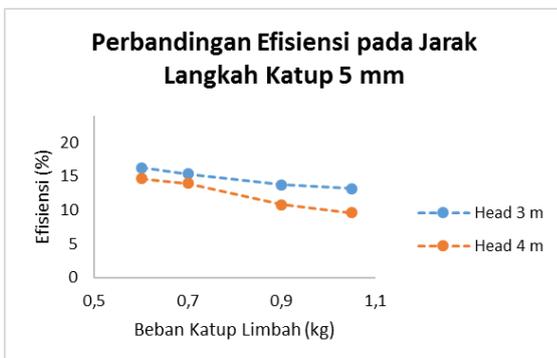
Gambar 15. Grafik Perbandingan Debit pada Head 3 meter dan 4 meter Jarak 12 meter

Pada Gambar 12 hingga Gambar 15 ditunjukkan bahwa terdapat pengaruh akibat perbedaan ketinggian pemompaan. Terjadi penurunan debit pemompaan yang dihasilkan pada setiap kenaikan ketinggian pemompaan.

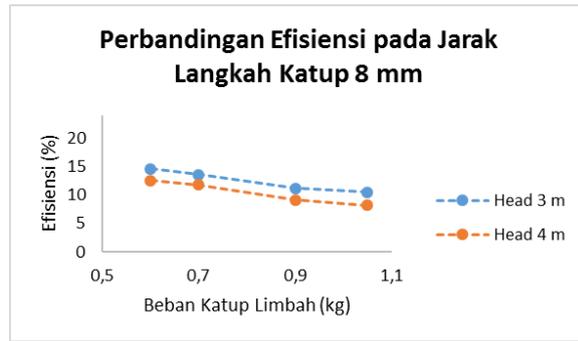
Dari grafik, dapat dilihat pada head 3 meter debit pemompaannya lebih besar dibanding pada head 4 meter. Hal ini disebabkan semakin panjang pipa keluaran, tekanan semakin hilang akibat rugi-rugi yang terjadi pada pipa keluar dan turunnya kecepatan sehingga aliran semakin berkurang.

Perbandingan Hasil Efisiensi

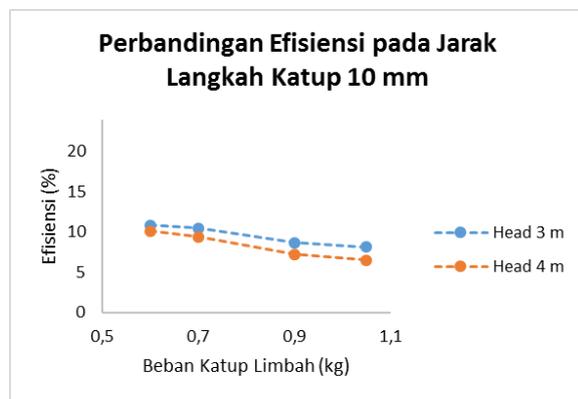
Untuk melihat perbedaan efisiensi pada head 3 meter dan head 4 meter, dapat dilihat pada Gambar 16 hingga Gambar 19.



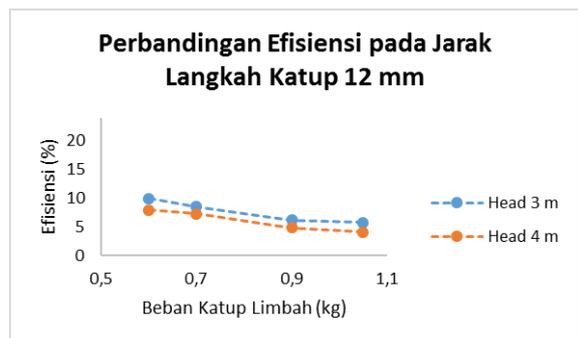
Gambar 16. Grafik Perbandingan Efisiensi pada Head 3 meter dan 4 meter Jarak 5 meter



Gambar 17. Grafik Perbandingan Debit pada Head 3 meter dan 4 meter Jarak 8 meter



Gambar 18. Grafik Perbandingan Efisiensi pada Head 3 meter dan 4 meter Jarak 10 meter



Gambar 19. Grafik Perbandingan Debit pada Head 3 meter dan 4 meter Jarak 12 meter

Pada Gambar 16 hingga Gambar 19 ditunjukkan bahwa terdapat pengaruh akibat perbedaan ketinggian pemompaan yang dihasilkan. Terjadi penurunan efisiensi pemompaan yang dihasilkan pada setiap kenaikan ketinggian pemompaan. Hal ini terjadi karena semakin tinggi pipa

keluaran, tekanan semakin hilang akibat rugi mayor dan minor yang terjadi.

SIMPULAN

Variasi beban yang diberikan pada katup limbah dan variasi jarak langkah katup limbah memengaruhi hasil debit dan efisiensi pompa hidram. Semakin besar beban yang diberikan kepada katup limbah, debit yang dihasilkan akan semakin kecil. Semakin besar jarak langkah katup limbah, debit yang dihasilkan akan semakin kecil pula. Debit maksimum yang dihasilkan oleh pompa yaitu pada *head* 3 meter sebanyak 21,6 liter/menit dan pada *head* 4 meter menghasilkan sebanyak 14,64 liter/menit.

Efisiensi pompa berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan mengalami penurunan pada setiap penambahan beban katup limbah dan setiap penambahan jarak langkah katup limbah. Data efisiensi maksimum yang didapat pada *head* 3 meter yaitu sebesar 16,26% dan pada *head* 4 meter sebesar 14,70%.

DAFTAR PUSTAKA

- Arpan, Fennani. 2002. "Lingkungan Teknis tentang Kasus Pembuatan Pompa Hidraulik RAM (HIDRAM)", *Jurnal Ilmiah*. Jakarta: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Trisakti.
- Budiman. 2010. *Pelatihan Pembuatan Hidram (Pompa Tenaga Air) sebagai Alternatif Penghematan Tenaga Listrik dan Pemenuhan Kebutuhan Air pada Musim Kemarau*. Yogyakarta: Lembaga Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Mohammed, S.N. 2007. *Design and Construction of A Hydraulic Ram Pump, Department of Mechanical Engineering, Federal University of Technology*. Minna, Nigeria
- 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*. Semarang: Universitas Sultan Agung.