

Studi Pengaruh Luasan Total Lubang Katup

RB. Dwiseno Wihadi

Teknik Mesin, FST - Universitas Sanata Dharma
Kampus III, Paingen, Maguwoharjo, Depok,
Sleman, Yogyakarta, 55282
Telp. (0274) 883037, 883968
kangwihadi@gmail.com

Abstrak

Siklus kerja pompa hidram dapat dipisahkan menjadi 4 tahapan. Fenomena yang terjadi pada tahap ketiga adalah terdorongnya air masuk kedalam tabung udara melalui lubang-lubang katup hantar akibat tekanan yang dihasilkan pada siklus tahap kedua. Dijumpai pada beberapa produk pompa hidram memiliki katup hantar dengan berbagai ukuran diameter lubang yang disusun secara acak. Pada penelitian ini diamati pengaruh beda luas total lubang pada katup hantar terhadap unjuk kerja pompa hidram.

Dipergunakan peralatan utama berupa pompa hidram yang terbuat dari bahan PVC, badan pompa berdiameter 2 inchi, dan empat buah katup hantar yang terbuat dari bahan aluminium. Luas total lubang masing-masing katup hantar adalah $1993,3 \text{ mm}^2$, $2511,1 \text{ mm}^2$, $1533,9 \text{ mm}^2$, dan $1017,9 \text{ mm}^2$. Pada katup buang dipergunakan tiga buah beban dengan berat 120 mg, 275 mg, dan 465 mg. Tinggi air masukan pompa (H_{in}) yang dipergunakan ada lima nilai ketinggian, yaitu 1m; 1,5m; 2m; 2,5m; dan 3m. Untuk tinggi air keluaran pompa (H_{out}) dibuat tetap pada ketinggian 5 meter.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa luas total lubang katup hantar mempengaruhi nilai efisiensi pompa hidram, semakin kecil nilai luas total lubang semakin kecil nilai efisiensi pemompaan. Luasan lubang juga mempengaruhi frekuensi ketukan katup buang ataupun siklus pompompaan. Semakin besar nilai luasan lubang akan memperbesar jumlah ketukan katup buang.

Kata kunci: hidram, katup hantar, efisiensi, ketukan

Pendahuluan

Pompa hidram (hidraulik ram) adalah suatu alat untuk mengangkat atau mengalirkan air dari tempat yang rendah ketempat yang lebih tinggi secara kontinyu dengan menggunakan energi potensial dari sumber air yang akan dialirkan sebagai daya penggerak, tanpa adanya energi dari luar seperti listrik, energi minyak bahan bakar. Jadi, dimana ada terjunan air alat ini bisa digunakan untuk memindahkan air dari tempat yang rendah menuju tempat yang lebih tinggi.

Siklus kerja pompa hidram dapat dibagi dalam empat tahap. Tahap pertama (A), kondisi katup buang terbuka sehingga air dapat mengalir dengan kecepatan yang terus bertambah (dipercepat). Tahap kedua (B), katup buang tertutup tiba-tiba karena dorongan air yang kecepatannya telah mencapai nilai tertentu. Tahap ketiga (C), aliran air yang terhenti secara tiba-tiba menimbulkan efek palu air, tekanan dalam rumah pompa meningkat drastis. Tekanan mendorong sebagian air mengalir ke tabung udara, setelah kecepatan air nol katup hantar akan tertutup. Tahap keempat (D), tekanan masih tinggi menyebabkan pembalikan arah aliran air ke pipa masukan.

Akibat aliran pembalikan dan berat katup menyebabkan katup buang terbuka, dan siklus kerja pompa terulang kembali dari awal.

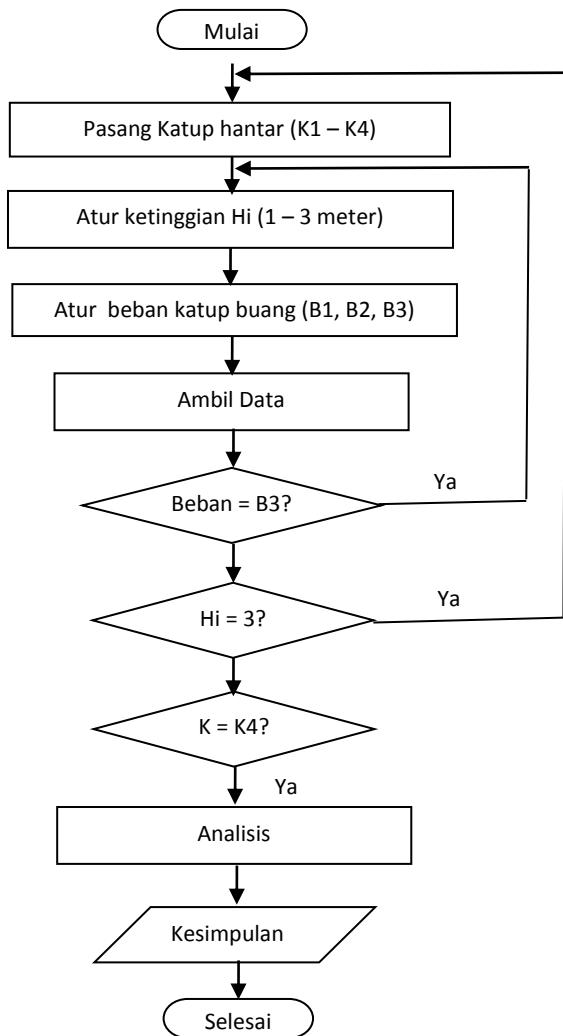
Diberikan perhatian pada tahap ketiga, dimana akibat tekanan yang tinggi dalam rumah pompa sebagian air mengalir melalui katup hantar masuk ke dalam tabung udara. Katup hantar merupakan katup searah, dapat dilalui air dari arah rumah pompa, tetapi tidak pada arah sebaliknya. Katup hantar tersebut mempunyai hambatan terhadap aliran air yang menuju tabung udara. Dimungkinkan hambatan pada aliran ini akan berpengaruh pada efisiensi pompa. Diduga total luasan lubang yang terdapat pada katup hantar mempengaruhi nilai hambatan tersebut.

Pelaksanaan eksperimen ini ditujukan untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut. Yang pertama apakah debit air keluaran pompa dipengaruhi luas lubang pada katup hantar. Yang kedua apakah debit air limbah pompa dipengaruhi luas lubang katup hantar. Jawaban kedua pertanyaan tersebut akan memberikan nilai efisiensi pompa. Yang ketiga apakah luas lubang katup hantar berpengaruh pada jumlah ketukan katup limbah.

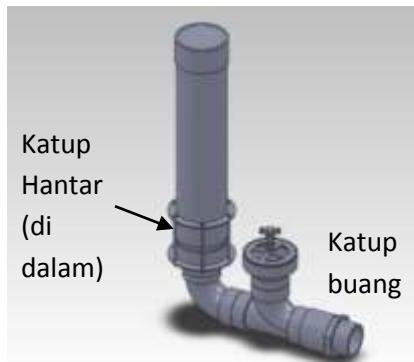
Metoda Eksperimen & Fasilitas Yang Digunakan

Kajian eksperimen ini adalah peningkatan efisiensi pompa akibat penambahan luasan lubang pada katup hantar. Penampang lubang berbentuk lingkaran dengan susunan simetri melingkar dengan perubahan ukuran untuk mendekati nilai luasan yang dikehendaki.

Diagram alir eksperimen adalah sebagai berikut



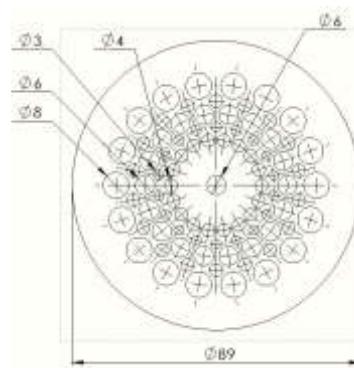
Gambar 1. Diagram alir eksperimen



Gambar 2. Desain Pompa Hidram dari PVC

Pada eksperimen ini dipergunakan pompa hidram yang terbuat dari bahan pvc. Komponen penyusunnya terdiri dari pipa 2", CAP 4", reducing socket 2x4, socket 2", large radius tee 2", large radius elbow 2", faucet socket 2", valve socket 2", tropical glue dan plat aluminium tebal 3 mm. Berikut disain model pompa hidram yang dipergunakan dalam eksperimen.

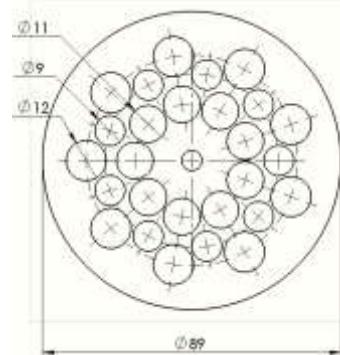
Perangkat utama pada eksperimen ini adalah katup hantar yang terbuat dari plat aluminium dengan tebal 3 mm. Perhatian diarahkan pada pengaruh luas total lubang katup hantar terhadap unjuk kerja pompa hidram. Berikut disajikan data teknis katup-katup hantar yang dipergunakan



Gambar 3. Model katup hantar I

Data teknis katup I (0%):

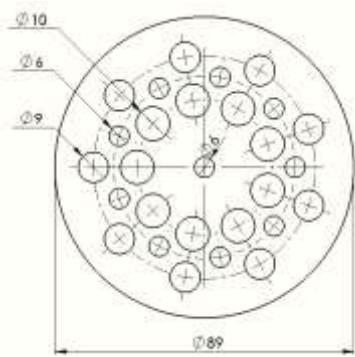
- Diameter lubang 8 mm; 18 buah;
- Diameter lubang 4mm; 18 buah;
- Diameter lubang 6 mm; 18 buah;
- Diameter lubang 3 mm; 18 buah;
- Diameter lubang 4 mm; 18 buah;
- Total luas lubang: 1993,3 mm²



Gambar 4. Model katup hantar II

Data teknis katup II (+21,4%):

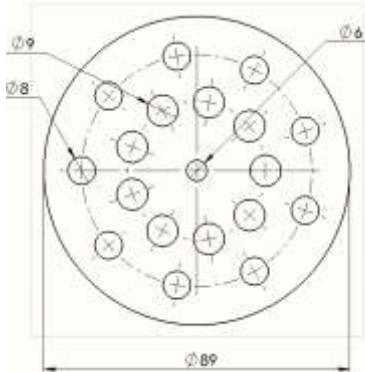
- Diameter lubang 12 mm; 9 buah;
- Diameter lubang 9mm; 9 buah;
- Diameter lubang 11 mm; 9 buah;
- Total luas lubang: 2445,7 mm²



Gambar 5. Model katup hantar III

Data teknis katup III (-24,4%):

- Diameter lubang 9 mm; 9 buah;
- Diameter lubang 6 mm; 9 buah;
- Diameter lubang 10 mm; 9 buah;
- Total luas lubang: 1533,9 mm²



Gambar 6. Model katup hantar IV

Data teknis katup 4:

- Diameter lubang 8 mm; 9 buah;
- Diameter lubang 9 mm; 9 buah;
- Total luas lubang: 1024,9 mm²

Untuk memperoleh nilai efisiensi pompa hidram, dipergunakan metode Rankine dan metode D'Aubuisson. Berikut berturut-turut persamaan Rankine dan D'Aubuisson tersebut.

$$\eta = \frac{Q_{PH} \cdot h}{(Q_{PH} + Q_{LH}) \cdot H_i} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{Q_{PH} \cdot H_o}{(Q_{PH} + Q_{LH}) \cdot H_i} \times 100\%$$

dengan:

η : efisiensi hidram

Q_{PH} : debit aliran fluida yang dipompaikan (l/menit)

Q_{LH} : debit aliran fluida yang terbuang (l/menit)

h : selisih tinggi permukaan air bak atas dan bak input (m)

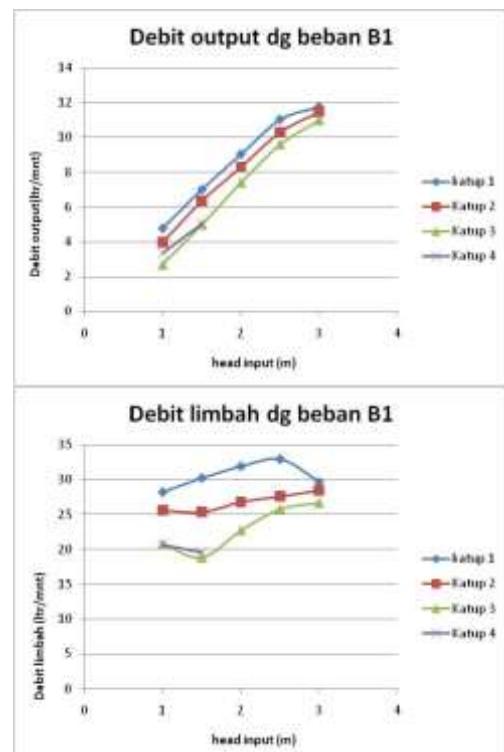
H_i : tinggi permukaan air bak input dari katub buang (m)

H_o : tinggi permukaan air bak atas dari katub buang ($=H_i + h$) (m)

Hasil dan Pembahasan

Untuk melihat pengaruh luasan lubang katup hantar, terlebih dahulu akan dilakukan pengamatan pengaruhnya pada debit pemompaan dan debit air limbah. Kemudian pengamatan selanjutnya pada efisiensi pompa dan frekuensi ketukan.

Ketinggian pemompaan tidak berubah selama eksperimen dilakukan, yaitu senilai 5 meter di atas katup buang. Beban katup buang divariasi sejumlah 3 variasi (B1, B2 dan B3) berturut-turut dengan nilai 120 mg, 275 mg, dan 465 mg.



Gambar 7. Grafik hubungan H_i dengan debit output serta debit limbah pada beban katup B1

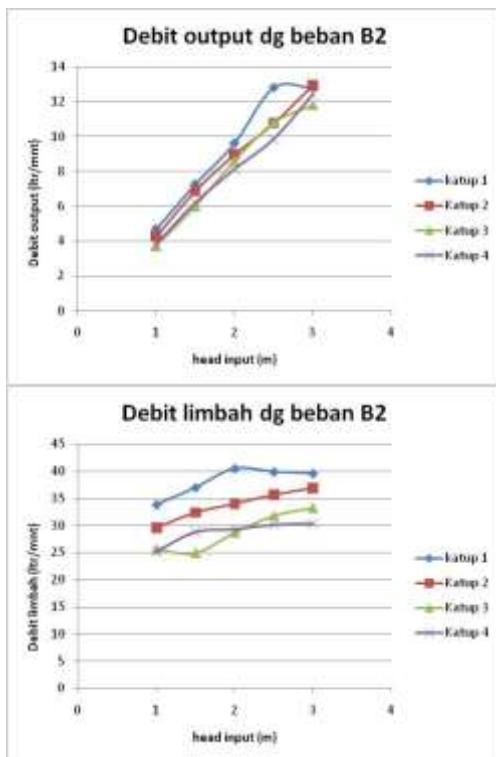
Tampak pada Gambar 7, Gambar 8 dan Gambar 9 debit output pompa atau hasil pemompaan cenderung mengalami kenaikan apabila head input atau tinggi masukan air diberi harga yang lebih tinggi. Apabila diperbandingkan hasilkan untuk tiap-tiap katup hantar, hasilnya hampir berimpitan atau tidak lebar perbedaan nilainya untuk tiap-tiap katup. Bahkan nilai debit output katup 3 dan 4 tidak lebih tinggi dari katup 1 dan 2. Hal ini mengindikasikan pertambahan luas penampang tidak diikuti dengan kenaikan debit pemompaannya.

Berbeda halnya dengan nilai debit pemompaan, debit limbah pada tiap-tiap pembebanan cenderung menyajikan nilai dengan perbedaan yang relatif lebar.

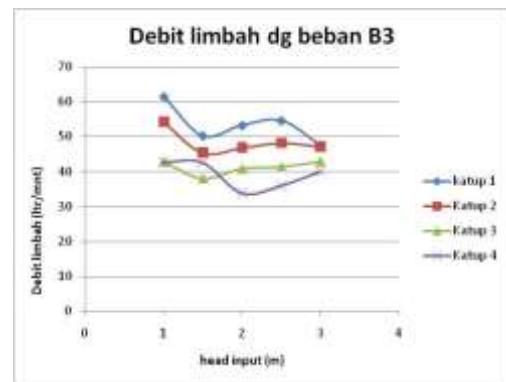
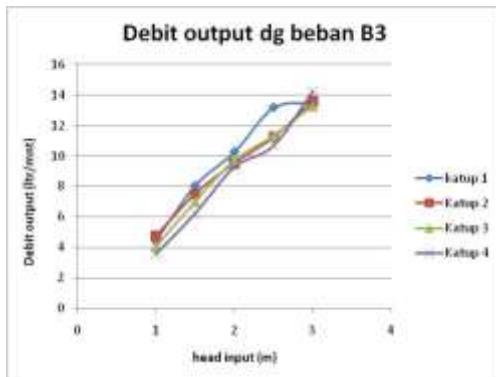
Pada Gambar 7 tampak gambar grafik katup-4 yang hanya sepotong karena pompa sudah tidak dapat bekerja pada $H_i = 2$ meter. Gejala ini diduga karena tekanan di

badan pompa akibat palu air katup buang dengan beban B1 tidak lebih besar dari tekanan yang diterima katup-4 dari air diatasnya.

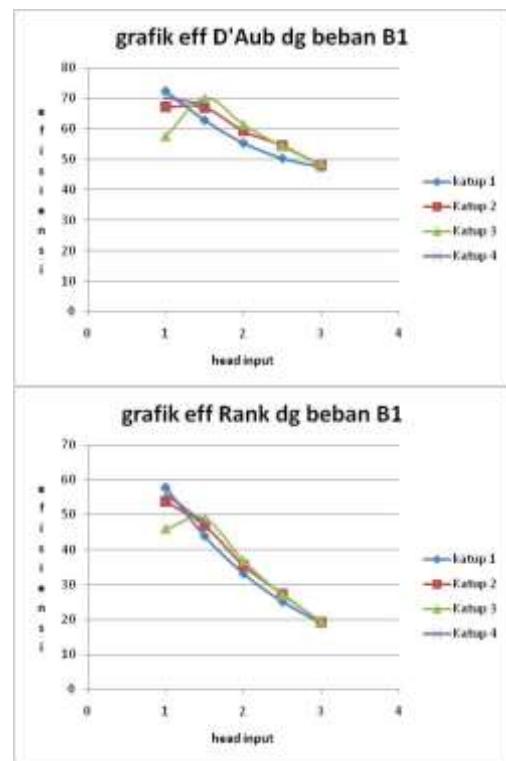
Hal ini menyebabkan tidak adanya aliran air ke ruang udara di atas katup-4, sehingga tidak menciptakan hisapan di badan pompa. Dengan kecilnya beban B1 dan ketiadaan hisapan menjadikan katup buang tidak terbuka untuk melakukan siklus berikutnya.



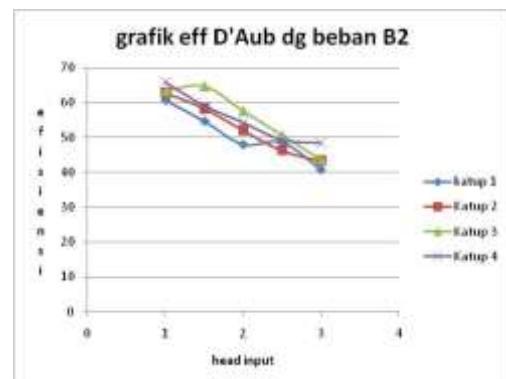
Gambar 8. Grafik hubungan H_i dengan debit output serta debit limbah pada beban katup B2

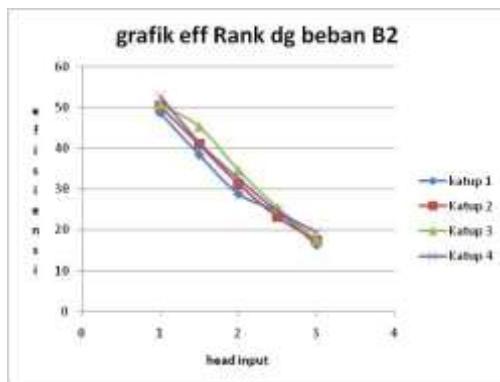


Gambar 9. Grafik hubungan H_i dengan debit output serta debit limbah pada beban katup B3

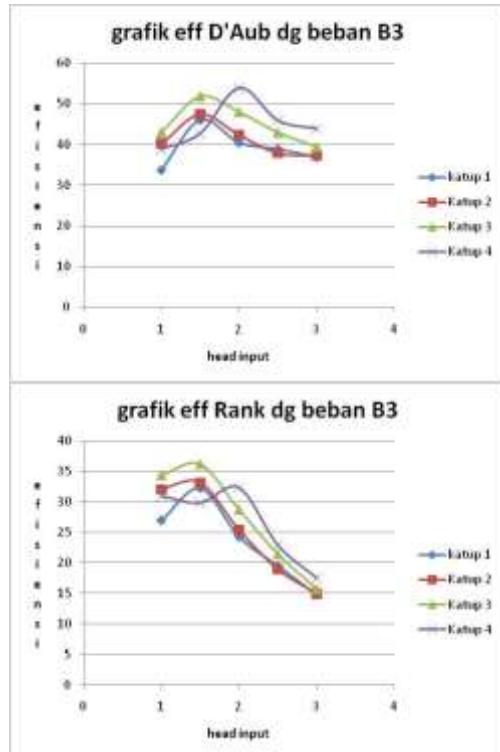


Gambar 10. Grafik hubungan H_{in} dengan efisiensi pada beban katup B1





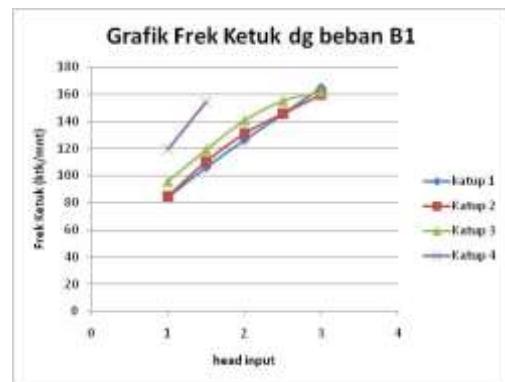
Gambar 11. Grafik hubungan Hin dengan efisiensi pada beban katup B2



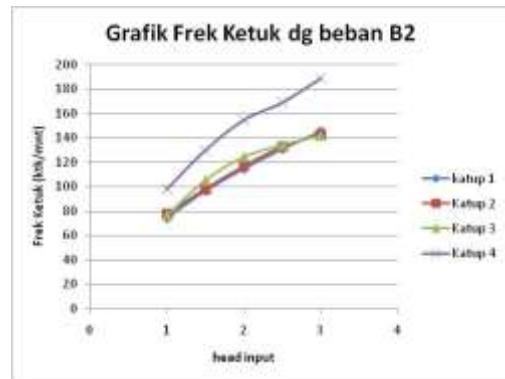
Gambar 12. Grafik hubungan Hin dengan efisiensi pada beban katup B3

Dari gambar-gambar grafik efisiensi di atas, tampak kecenderungan efisiensi pompa hidram yang lebih baik ditampilkan oleh katup-3 dan katup-4. Perbaikan performa ini disebabkan perbaikan debit limbah.

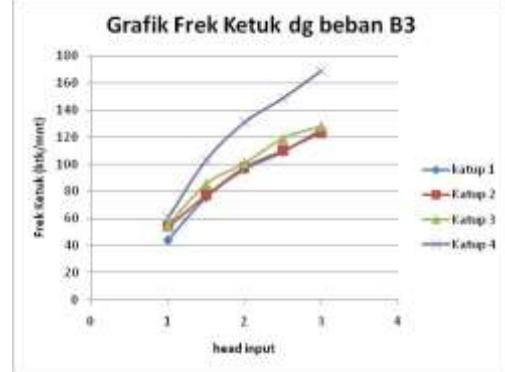
Pada beberapa bagian grafik tampak data yang menampilkan efisiensi yang lebih buruk dibandingkan katup yang lain, terutama pada grafik katup-4, yang mungkin ditimbulkan oleh kekurang cermatan dalam pengambilan data debit.



Gambar 13. Grafik hubungan Hin dengan frekuensi ketukan katup buang pada beban katup B1



Gambar 14. Grafik hubungan Hin dengan frekuensi ketukan katup buang pada beban katup B2



Gambar 15. Grafik hubungan Hin dengan frekuensi ketukan katup buang pada beban katup B3

Gambar grafik 13 hingga 15 menampilkan gambar grafik hubungan antara tinggi masukan (Hi) dengan frekuensi ketukan. Sebagai catatan, variabel frekuensi ketukan juga menggambarkan jumlah siklus kerja pompa hidram dalam setiap menitnya.

Mengacu pada pendapat Silver (1979) yang menyatakan, semakin besar beban katup buang, semakin sedikit jumlah ketukan katup tiap menitnya atau semakin lama katup tersebut terbuka. Dengan semakin lama katup buang terbuka, maka kecepatan aliran air yang melewati katup akan semakin cepat, sehingga menimbulkan gaya dorong yang lebih besar bagi katup untuk dapat mengangkat katup berserta bebannya. Mengacu pendapat tersebut dan Gambar 14, titik akhir grafik katup-4 pada

Gambar 14 dapat diprediksi akan mencapai nilai diatas 180.

Pada seluruh gambar grafik frekuensi tersebut ditampilkan fakta bahwa jumlah siklus pemompaan tertinggi terdapat pada pompa dengan katup-4, kemudian diikuti grafik katup-3, katup-2 dan yang paling rendah grafik katup-1.

Wahyudi Imam, S., Fachrudin, F., Korelasi Tekanan dan Debit Air Pompa Hidram Sebagai Teknologi Pompa Tanpa Bahan Bakar Minyak, Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi II, Universitas Lampung, (2008)

Kesimpulan

Dari data hasil eksperimen dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Pertambahan luas total lubang katup hantar tidak menambah debit keluaran pompa.
2. Efisiensi pompa hidram cenderung meningkat dengan adanya penambahan luas lubang katup hantar.
3. Luas total lubang katup hantar berpengaruh terhadap jumlah ketukan katup buang. Semakin besar nilai total luas lubang semakin besar jumlah ketukan katup buang.

Ucapan Terima kasih

Diucapkan terima kasih kepada LPPM – USD, dan laboran manufaktur atas terlaksananya eksperimen ini.

Referensi

Agung Cahyanto, Y., Taufik Indrawan, Studi Terhadap Prestasi Pompa Hidraulik Ram dengan Variasi Beban Katup Limbah, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CAKRAM, Vol. 2, No. 2, hal 92-96, (2008)

David, J.P., Edward, H.W., Schaum's Outline of Theory and Problems of Fluid Mechanics and Hydraulics, SI (Metric) Edition, McGraw-Hill Book Company, Jakarta, (1985)

Silver, Michell., Penggunaan Hidraulik Ram di Nepal, Pusat Informasi dan Dokumentasi PTP-ITB, Bandung, (1979)

Suarda Made, Wirawan IKG, Kajian Eksperimental Pengaruh Tabung Udara pada Head Tekanan Hidram, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CAKRAM, Vol. 2, No.1, hal 10-14, (2008)

Sudarmanto Budi, Lanya Budianto dan Tusi Ahmad, Katup Limpah Setelah Katup Hantar Menggunakan Pipa dan Sambungan Pipa PVC, www.pustakailmuah.unila.ac.id, (2006)

Taye Teferi, HYDRAULIC RAM PUMP, Journal of the ESME, Vol II, No. 1, hal. 439 – 442, (1998)