

# EVALUASI LOSSES DI KATUP HISAP BAWAH (FOOT-VALVE) PADA POMPA SENTRIFUGAL<sup>1</sup>

Oleh :

*Agung Prabowo, Agung Hendriadi*

**Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Serpong**

## ABSTRAK

Katup hisap bawah (*foot-valve*) yang beredar dipasaran di Indonesia tidak menyertakan spesifikasi mengenai nilai kerugian tinggi total dan konsumsi dayanya. Biasanya produsen hanya berfokus kepada spesifikasi kinerja unit pompa, seperti debit, tinggi total dan efisiensi maksimal yang mampu dicapai pada putaran tertentu. Konsumen, dalam hal ini petani, akan dirugikan oleh ketidak lengkapan informasi tersebut. Bila nilai kelebihan daya akibat pemakaian katup hisap bawah (*foot valve*) dikonversikan menjadi energi potensial yang digunakan, maka dampak nyata dari hal tersebut adalah tambahan biaya untuk konsumsi bahan bakar motor penggerak pompa. Sebuah katup hisap bawah (*foot-valve*) lokal yang tersedia dipasaran terpilih untuk dievaluasi karakteristik unjuk kerjanya seperti total *head loss*, daya yang diperlukan untuk mengatasi total *head loss* yang disebabkan oleh penggunaan *foot-valve* dan efisiensi. Pompa dengan katup hisap bawah ini diuji pada tiga kecepatan peripheral ( 1700, 1900, dan 2070 rpm). Kerugian tinggi total (*total head loss*) di *foot-valve* bervariasi dari 0.30 m sampai dengan 0.39 m pada kecepatan 1700 rpm dan daya poros yang dikonsumsi untuk mengatasi kerugian tersebut berkisar antara 0.54 kW sampai 0.68 kW ; 0.64 m sampai dengan 1.13 m pada kecepatan 1900 rpm dan daya yang dikonsumsi untuk mengatasi kerugian ini bervariasi antara 0.59 kW sampai 0.68 kW ; dan 0.12 m sampai dengan 1.18 m pada kecepatan 2070 rpm dengan konsumsi daya untuk mengatasi kerugian friksi pada katup hisap itu adalah berkisar antara 0.64 kW sampai 0.65 kW. Penurunan efisiensi karena penggunaan katup hisap tersebut berkisar antara 4.64 % sampai 14.35 % pada putaran 1700 rpm ; 2.23 % sampai 13.52 % pada putaran 1900 rpm ; dan 1.61 % sampai 13.36 % pada putaran 2070 rpm.

Kata Kunci : *Foot-valve, Total head loss, Pompa sentrifugal*

---

<sup>1</sup> Makalah ini disampaikan pada Seminar Nasional Mekanisasi Pertanian dengan tema “Mekanisasi Pertanian Berkelanjutan untuk Pembangunan Pertanian” di Bogor, 5 Agustus 2004.

## PENDAHULUAN

Banyak macam pompa air yang digunakan untuk keperluan irigasi pertanian. Salah satunya adalah pompa sentrifugal. Pompa irigasi ini dipakai untuk memompa air dari sungai maupun sumur-sumur dangkal. Kemampuan hisap dari pompa tersebut dipengaruhi oleh perbedaan tekanan atmosfer dipermukaan bebas air terhadap penurunan tekanan didalam pipa hisap yang ditimbulkan oleh gaya sentrifugal dari impelernya. Semakin besar perbedaan tekanannya, semakin banyak air yang terhisap ke dalam pipa hisap. Nilai maksimal perbedaan tekanan tersebut adalah 10.4 m (1 atm)

Katup hisap bawah (*foot valve*) merupakan sebuah komponen yang harus ada pada pompa *non-self priming*. Fungsi dari katup hisap bawah (*foot valve*) adalah : (1). untuk mencegah benda-benda asing yang tidak diinginkan masuk bersamaan dengan terhisapnya air, (2). untuk mempertahankan air didalam pipa hisap sehingga mengurangi *priming time* dari pompa tersebut. Fungsi yang pertama dipengaruhi oleh disain saringan (*strainer*), yang merupakan komponen yang tidak terpisahkan dari unit katup hisap bawah. Sedangkan fungsi yang kedua sangat dipengaruhi oleh disain dari katup hisap bawah.

Disain yang tidak tepat dari katup hisap bawah akan memperburuk kinerja sebuah unit pompa. Penggunaan katup hisap bawah (*foot valve*) di ujung bawah pipa hisap dapat menurunkan kemampuan hisap pompa sentrifugal. Dari hasil penelitian Sewa Ram et al. (1982), katup hisap bawah (*foot valve*) yang umum digunakan di India untuk pompa sentrifugal diameter 100 mm memiliki kehilangan tinggi (*head loss*) sebesar 2.5 m. Untuk mengatasi kehilangan tinggi tersebut diperlukan tambahan konsumsi daya sebesar 1 HP. Persamaan umum bagi daya yang diperlukan untuk mengatasi kehilangan tinggi hisap, menurut Lawson (1995) adalah sebagai berikut :

$$P = \frac{0.163\gamma QH}{\eta} \quad \text{Pers. 1}$$

Dimana: P = daya yang diperlukan untuk mengatasi kehilangan tinggi hisap (kW);  $\gamma$  = berat volume air (=1); Q = debit pompa (m<sup>3</sup>/mnt); H = kehilangan tinggi hisap (m); dan  $\eta$  = efisiensi pompa (%)

Pengaruh penggunaan katup hisap bawah pada sebuah unit pompa adalah menurunkan kemampuan tinggi total (*total head*) yang dicapai. Church (1972) dan Lawson (1995) menyatakan bahwa kehilangan tinggi total (*total head loss*) pada sebuah unit pompa adalah disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain: (a) kehilangan tinggi karena friksi (*frictional head loss*) di bagian hisap dan tekan; (b). kehilangan tinggi (*head loss*) pada katup hisap bawah; (c). kehilangan tinggi pada belokan (*bend*); dan (d). kehilangan tinggi pada bagian pengeluaran. Tiga faktor terakhir (b, c dan d) umumnya disebut sebagai *minor losses*.

Kehilangan tinggi karena friksi sepanjang bagian hisap dan keluaran dapat dihitung dengan menggunakan persamaan *Darcy-Weisbach*, sebagai berikut:

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \quad \text{Pers. 2}$$

Dimana:  $h_f$  = kehilangan tinggi karena friksi (m);  $f$  = faktor friksi;  $L$  = panjang total pipa (m);  $D$  = diameter dalam pipa (m);  $V$  = kecepatan fluida (m/det); dan  $g$  = percepatan gravitasi (m/det<sup>2</sup>).

$$f = 64 / RN \quad \text{Pers. 3}$$

$$RN = (V D) / \psi \quad \text{Pers. 4}$$

$RN$  adalah Reynold's number dan  $\psi$  adalah kinematic viscosity dari fluida yang digunakan (m<sup>2</sup>/det).

Minor losses dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$h_m = \sum K \frac{V^2}{2g} \quad \text{Pers. 5}$$

Dimana:  $h_m$  = minor losses (m); dan  $K$  = koefisien kehilangan tinggi pada katup hisap bawah, belokan dan bagian pengeluaran.

Spesifikasi katup hisap bawah yang beredar dipasaran di Indonesia tidak menyertakan informasi tentang nilai kehilangan tinggi hisap dan konsumsi dayanya. Biasanya produsen hanya berfokus kepada spesifikasi kinerja unit pompa, seperti debit, tinggi total dan efficiency maksimal yang mampu dicapai pada putaran tertentu. Konsumen, dalam hal ini petani, akan dirugikan oleh ketidak lengkapan informasi tersebut. Bila nilai kelebihan daya akibat pemakaian katup hisap bawah (*foot valve*) dikonversikan menjadi energi potensial yang digunakan, maka dampak nyata dari hal tersebut adalah tambahan biaya untuk konsumsi bahan bakar motor penggerak pompa.

Dengan demikian, maka tulisan ini bertujuan untuk : (1). Mempelajari karakteristik kehilangan tinggi total (*total head loss*) dari sebuah katup hisap bawah yang umum dipakai oleh pompa sentrifugal buatan lokal, (2). Konsumsi daya yang diperlukan untuk mengatasi kehilangan friksi karena pemakaian katup hisap bawah (*foot valve frictional loss*) dan (3). Penurunan efisiensi pompa karena pemakaian katup hisap bawah.

## BAHAN DAN METODE

Sebuah pompa sentrifugal buatan lokal beserta katup hisap bawahnya telah diuji kinerjanya di laboratorium pengujian pompa Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Serpong, Tangerang. Spesifikasi pompa dan katup hisap bawah adalah sebagai berikut:

- Tipe pompa	: <i>single stage</i> dan <i>single suction</i>
- Tipe impeler	: <i>semi-open</i>
- Kecepatan peripheral	: 1700, 1900 dan 2070 rpm
- Diameter impeler	: 176 mm
- Diameter pipa hisap	: 100 mm
- Diameter pipa tekan	: 100 mm
- Diameter katup hisap bawah	: 150 mm



Gambar 1. Pompa sentrifugal buatan lokal.



Gambar 2. Katup hisap bawah (*foot valve*)

Sarana uji yang dipakai adalah sebagai berikut: (a). sebuah kolam beton berukuran 8 m x 4 m x 4 m (p x l x t); (b). sebuah pipa hisap berdiameter 100 mm dengan panjang 3 m; (c). sebuah pipa tekan berdiameter 100 mm setinggi 2 m; (d). sebuah *vacuum gage* dan sebuah *pressure gage*; (e). sebuah keran putar (*gate valve*) yang ditempatkan pada pipa tekan; (f). sebuah weir tipe V-notch; (g). sebuah torsi meter tipe TP-20KMAB; (h). sebuah dynamic strain amplifier tipe DPM-601B; (i). sebuah digital multimeter tipe YEM-2506A; (j). sebuah digital tachometer; (k) sebuah motor listrik 15 kW/2920 rpm/50 Hz.; (l) sebuah varispeed inverter tipe VS-616G5.



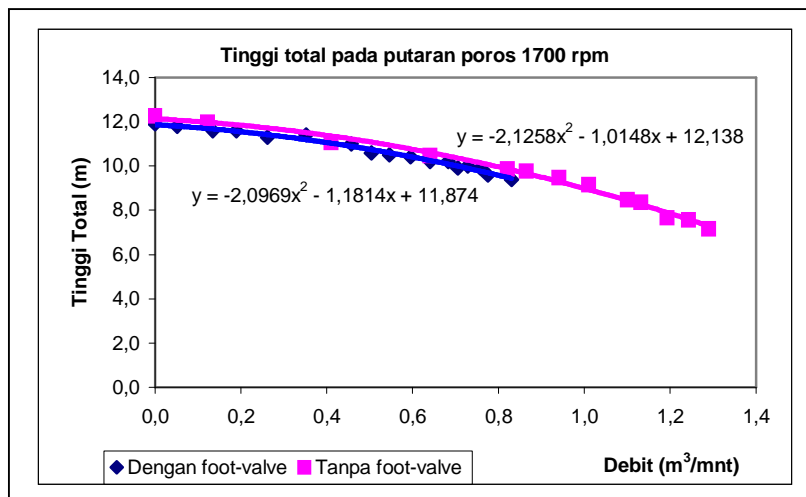
Gambar 3. Instalasi pengujian pompa di BBP Mektan, Serpong

Evaluasi kinerja pompa sentrifugal ini dilakukan pada tiga kecepatan putar poros pompa (1700, 1900 dan 2070 rpm). Parameter yang diukur adalah tinggi hisap, tinggi tekan, debit, dan input daya pada saat memakai dan tanpa katup hisap.

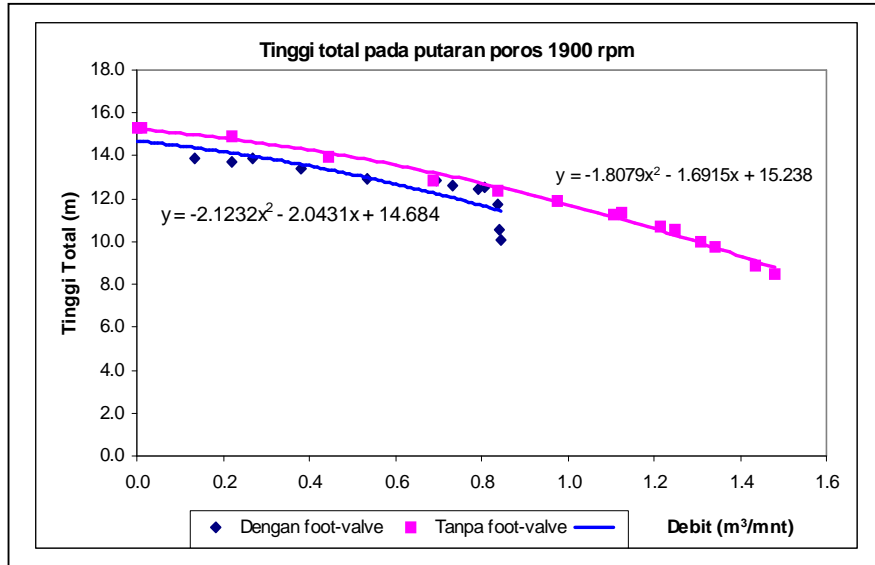
### HASIL DAN PEMBAHASAN

Evaluasi dilakukan terhadap pompa sentrifugal tanpa dan dengan menggunakan katup hisap bawah pada tiga kecepatan putar poros pompa (1700, 1900, dan 2070 rpm) dengan bukaan penuh katup pengatur debitnya untuk masing-masing kecepatan tersebut. Semua data hasil uji diplotkan ke grafik kinerja pompa antara: (a). tinggi total vs debit; (b). input daya vs debit dan (c). efisiensi vs debit.

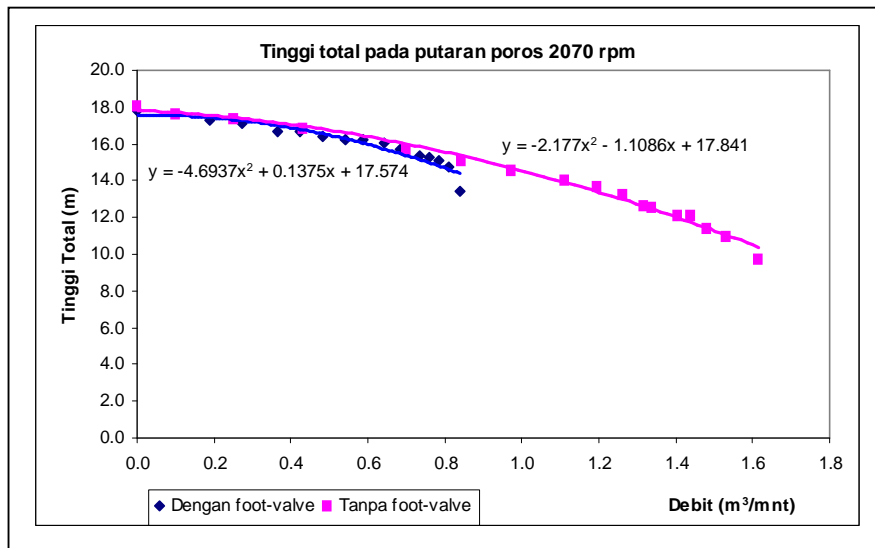
Pada Gb. 4, 5 dan 6 menunjukkan hubungan antara debit dan tinggi total saat menggunakan dan tanpa katup hisap bawah (*foot valve*). Pada debit yang sama, perbedaan tinggi total antara dua kurva menunjukkan kehilangan tinggi total yang disebabkan oleh penggunaan katup hisap bawah.



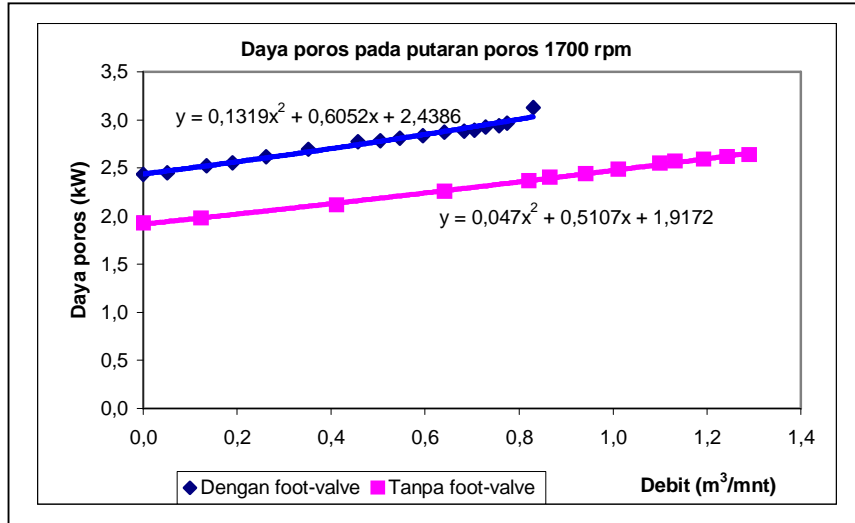
Gambar 4. Perbandingan tinggi total yang dicapai antara pompa yang menggunakan dan tanpa katup hisap bawah (*foot valve*) pada putaran poros 1700 rpm.



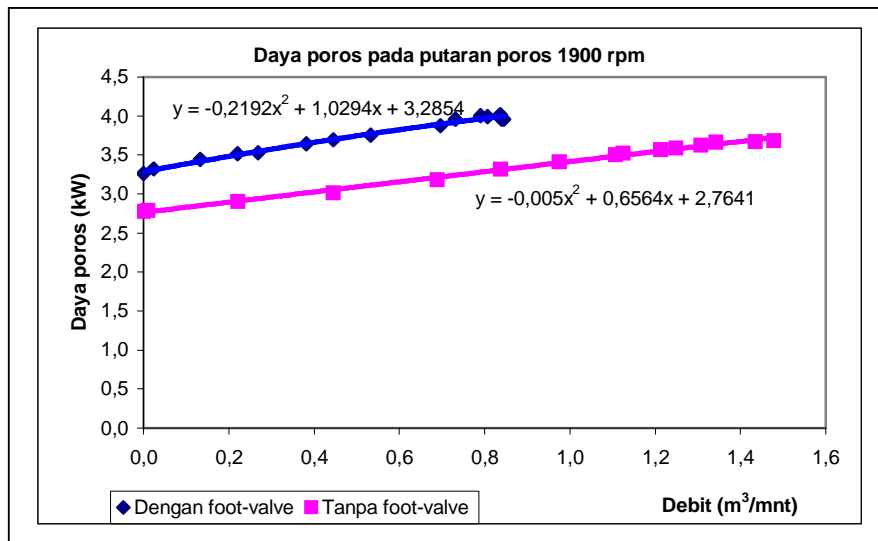
Gambar 5. Perbandingan tinggi total tinggi hisap yang dicapai antara pompa yang menggunakan dan tanpa katup hisap bawah (*foot valve*) pada putaran poros 1900 rpm.



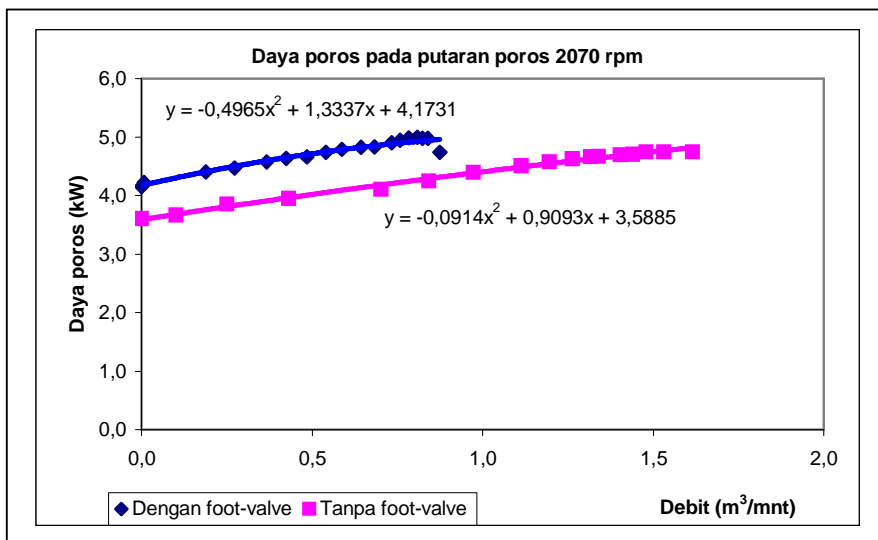
Gambar 6. Perbandingan tinggi total yang dicapai antara pompa yang menggunakan dan tanpa katup hisap bawah (*foot valve*) pada putaran poros 2070 rpm.



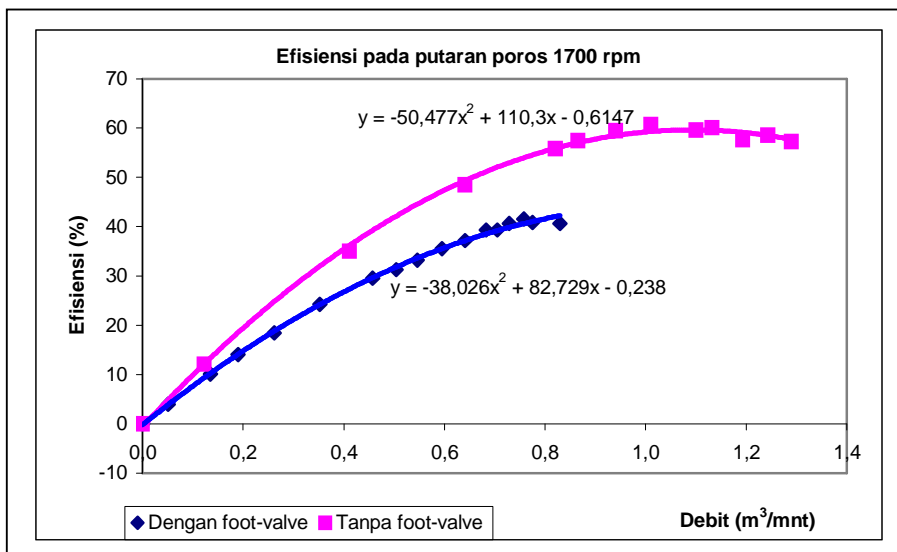
Gambar 7. Perbandingan daya poros yang digunakan antara pompa yang menggunakan dan tanpa katup hisap bawah (*foot valve*) pada putaran poros 1700 rpm



Gambar 8. Perbandingan daya poros yang digunakan antara pompa yang menggunakan dan tanpa katup hisap bawah (*foot valve*) pada putaran poros 1900 rpm

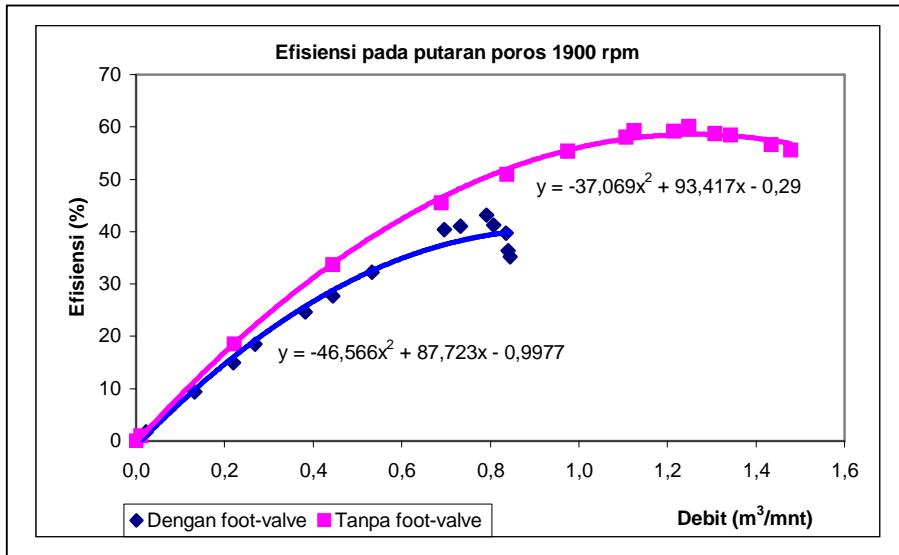


Gambar 9. Perbandingan daya poros yang digunakan antara pompa yang menggunakan dan tanpa katup hisap bawah (*foot valve*) pada putaran poros 2070 rpm

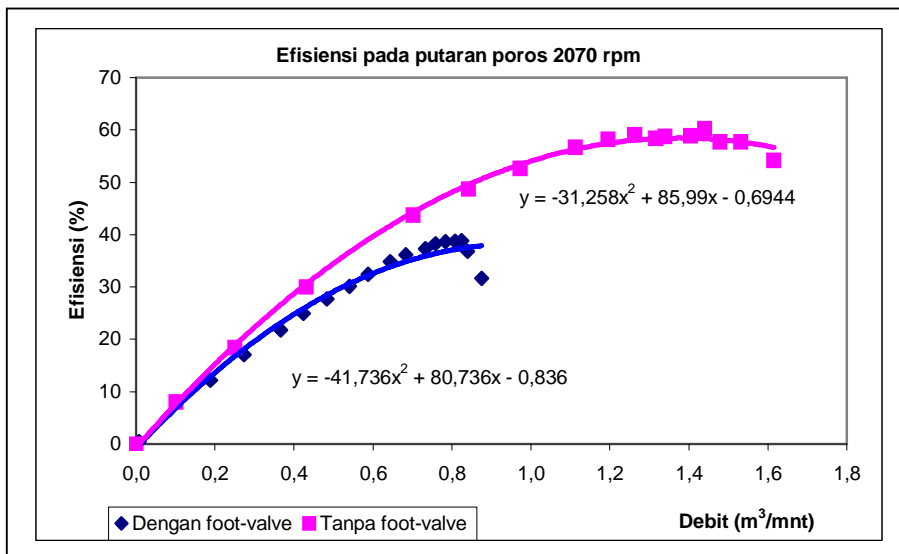


Gambar 10. Perbandingan efisiensi yang dicapai antara pompa yang menggunakan dan tanpa katup hisap bawah (*foot valve*) pada putaran poros 1700 rpm





Gambar 11. Perbandingan efisiensi yang dicapai antara pompa yang menggunakan dan tanpa katup hisap bawah (*foot valve*) pada putaran poros 1900 rpm



Gambar 12. Perbandingan efisiensi yang dicapai antara pompa yang menggunakan dan tanpa katup hisap bawah (*foot valve*) pada putaran poros 2070 rpm

Tabel 1. Kerugian tinggi total karena penggunaan katup hisap bawah (*foot valve*) dan konsumsi daya untuk mengatasinya pada kecepatan 1700 rpm.

Item	Tinggi total (m) pada debit tertentu (m <sup>3</sup> /mnt)				
	0.9	0.8	0.6	0.4	0.2
Dengan foot-valve	9.11	9.59	10.41	11.07	11.55
Tanpa foot-valve	9.50	9.97	10.76	11.39	11.85
<b>Kehilangan tinggi total (m)</b>	0.39	0.38	0.35	0.33	0.30
Konsumsi daya oleh foot-valve (kW)	0.68	0.65	0.61	0.57	0.54
Kerugian efisiensi (%)	14.35	13.71	11.68	8.66	4.64

Tabel 1 menunjukkan kerugian tinggi total karena penggunaan katup hisap bawah pada kecepatan 1700 rpm. Kerugian tinggi total karena penggunaan katup hisap bawah adalah bervariasi antara 0.30 m (2.5 %) pada debit 0.2 m<sup>3</sup>/mnt sampai dengan 0.39 m (4.1 %) pada debit 0.9 m<sup>3</sup>/mnt. Untuk mengatasi kerugian tinggi tersebut maka pompa memerlukan daya poros tambahan sebesar 0.54 kW (26.7 %) sampai dengan 0.68 kW (28.2 %). Penurunan efisiensi pompa yang diakibatkan oleh friksi pada katup hisap bawah berkisar antara 4.64 % sampai dengan 14.35 %.

Tabel 2. Kerugian tinggi total karena penggunaan katup hisap bawah (*foot valve*) dan konsumsi daya untuk mengatasinya pada kecepatan 1900 rpm.

Item	Tinggi total (m) pada debit tertentu (m <sup>3</sup> /mnt)				
	0.9	0.8	0.6	0.4	0.2
Dengan foot-valve	11.13	11.69	12.69	13.53	14.19
Tanpa foot-valve	12.25	12.73	13.57	14.27	14.83
<b>Kehilangan tinggi total</b>	1.13	1.04	0.88	0.75	0.64
Konsumsi daya oleh foot-valve (kW)	0.68	0.68	0.67	0.64	0.59
Kerugian efisiensi (%)	13.52	11.34	7.54	4.50	2.23

Tabel 2 menunjukkan kerugian tinggi total karena penggunaan katup hisap bawah pada kecepatan 1900 rpm bervariasi antara 0.64 m (4.3 %) pada debit 0.2 m<sup>3</sup>/mnt sampai dengan 1.13 m (9.2 %) pada debit 0.9 m<sup>3</sup>/mnt. Untuk mengatasi kerugian tersebut maka diperlukan penambahan daya poros sebesar 0.59 kW (20.3 %) sampai 0.68 kW (20.3 %). Pompa mengalami penurunan efisiensi sebesar 2.23 % sampai 13.52 % yang masing-masing terjadi saat debit 0.2 m<sup>3</sup>/mnt dan 0.9 m<sup>3</sup>/mnt.

Tabel 3. Kerugian tinggi total karena penggunaan katup hisap bawah (*foot valve*) dan konsumsi daya untuk mengatasinya pada kecepatan 2070 rpm.

Item	Tinggi total (m) pada debit tertentu (m <sup>3</sup> /mnt)				
	0.9	0.8	0.6	0.4	0.2
Dengan foot-valve	13.90	14.68	15.97	16.88	17.41
Tanpa foot-valve	15.08	15.56	16.39	17.05	17.53
<b>Kehilangan tinggi total</b>	1.18	0.88	0.43	0.17	0.12
Konsumsi daya oleh foot-valve (kW)	0.64	0.66	0.69	0.69	0.65
Kerugian efisiensi (%)	13.36	11.05	7.07	3.92	1.61

Tabel 3 memperlihatkan kerugian tinggi total karena penggunaan katup hisap bawah pada kecepatan 2070 rpm bervariasi antara 0.12 m (0.7 %) pada debit 0.2 m<sup>3</sup>/mnt sampai dengan 1.18 m (7.8 %) pada debit 0.9 m<sup>3</sup>/mnt. Untuk mengatasi kerugian tinggi tersebut maka pompa memerlukan daya poros tambahan sebesar 0.64 kW (14.8 %) sampai dengan 0.65 kW (17.2 %). Penurunan efisiensi pompa yang

diakibatkan oleh friksi pada katup hisap bawah berkisar antara 1.61 % sampai dengan 13.36 %.

Dari tabel 1, 2 dan 3 dapat ditarik kesimpulan bahwa konsumsi daya untuk mengatasi friksi yang diakibatkan oleh katup hisap bawah adalah berkisar antara 0.54 kW sampai dengan 0.69 kW. Bila pompa tersebut digunakan untuk mengairi 1 hektar lahan jagung dengan kebutuhan air 500 mm/musim dan debit pompa 1.2 m<sup>3</sup>/mnt, maka jam operasi pompa tersebut adalah 69.44 jam/musim. Sehingga dalam satu musim diperlukan biaya tambahan untuk membayar kelebihan konsumsi energi sebesar 37.5 kWh – 47.9 kWh (135 MJ – 172.44 MJ) yang disebabkan karena penggunaan katup hisap bawah. Bila populasi pompa di Indonesia (78.126 unit) menggunakan katup hisap yang sama, maka dalam satu musim tanam jagung harus mengeluarkan biaya ekstra untuk membayar 2.9 GWh – 3.7 GWh per musim

### **KESIMPULAN**

Penggunaan katup hisap bawah mampu menurunkan unjuk kerja sebuah pompa sentrifugal, terutama dalam hal tinggi total dan daya poros sehingga secara total efisiensi pompa menurun. Katup hisap bawah (*foot-valve*) memang merupakan komponen yang kecil dari sebuah unit pompa dan dampaknya tidak terlihat secara langsung, sehingga konsumsi energi oleh katup tersebut sering diabaikan. Standar minimum unjuk kerja katup hisap bawah untuk pompa sentrifugal perlu dipersiapkan agar konsumen tidak dirugikan.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Austin Church, 1972. Centrifugal Pumps and Blowers. Robert E. Krieger Publishing Company. Huntington, N. Y.
- Kazufumi Shimizu, 1999. Centrifugal Pump. Unpublished. Agricultural Machinery Testing and Evaluation Course. Institute of Agricultural Machinery (IAM). Boi-oriented Technology research Advancement Institution (BRAIN). Japan.
- P. L. Fraenkel, 1986. Water Lifting Devices. A Handbook for Users and Choosers. Intermediate Technology Publications by arrangement with FAO.
- Sewa Ram, H. C. Sharma and H. S. Chaunan, 1984. Design Criteria for an Efficient Footvalave of a Horizontal Centrifugal Pump. J. Agric. Engng., ISAE, Vol. 21, Nos. 1-2, 1984.
- Thomas B. Lawson, 1995. Pumps. Chapter 7, p. 111 –132. Fundamental of Aquacultural Engineering. Department of Biological Engineering Louisiana State University. Chapman & Hall, New York