

STUDI EKSPERIMENTAL UNJUK KERJA SLING PUMP JENIS KERUCUT DENGAN VARIASI JUMLAH INLET MEMAKAI LILITAN SELANG PLASTIK

Inda Harusena, Tito Hadji Agung S, Muhammad Nadjib

ABSTRACT

Water is a source of energy that living creatures are always in use. Source water comes from rivers, land surface, springs and estuaries. Source water from the tap with river irrigation channels and pumps. Sling pumps require the use of fossil energy. While the availability of fossil energy has been very limited. Sling Pump field application is one alternative tool replacement pump. This tool works utilize streams of energy. In Indonesia sling pump research conducted only limited testing laboratory scale in 2009 and 2010 with an inlet. In this study further emphasize the variation in inlet plastic hose with a size 1 inch. This research was conducted to obtain the maximum discharge and obtain optimal performance. This research uses experimental methods include the preparation phase and stage of data collection. Preparation stage is to prepare the tools for research. As done in this stage is the installation of equipment components such as wrapping the hose with a variation of the inlet, to measure water flow, delivery and laying pipes to prepare measuring instrument and a form of research data. The second stage of data capture, component tools to be considered in data collection variables are: pressure gauge, water discharge, river flow velocity, round sling pump, water temperature, and stop watch. In collecting data for each variation of the inlet is 10 times the experiment. In making every variation of the inlet, the pressure on the pressure gauge and pump round slings constant at 21 rpm became the focus of attention. Results of calculation and analysis of the data showed the highest discharge is variation 2 inlet is 13.221 liters / minute or 0.220 liters / sec. Highest pump efficiency sling found on three variations of the inlet 14.6%. The highest hydraulic efficiency at the inlet of the second variation of 91.6%.

Key words: *Variation of Inlet, plastic hose, Sling pump, Utilization of river flow, Renewable Energy*

Pendahuluan

Air merupakan salah satu sumber kehidupan selain tanah, udara, dan api. Penggunaan air dalam kehidupan manusia tidak terbatas mulai dari kebutuhan industri, kebutuhan pertanian, dan kebutuhan sehari-hari seperti mandi, cuci, minum dll. Sumber air dari permukaan tanah (*run off*) berasal dari mata air, sungai dan muara yang menuju ke laut. Sumber air yang berasal dari sungai dapat dialirkan dengan menggunakan pompa dan saluran irigasi. Pada sungai yang memiliki ketinggian di atas permukaan sawah dan pemukiman maka sistem penyalurannya dapat menggunakan saluran irigasi, sedangkan pada sungai yang memiliki permukaan lebih rendah dari dari sawah dan pemukiman maka dapat digunakan pompa sebagai sistem pemindahan air. Penggunaan pompa sangat tergantung dengan bahan bakar minyak. Sedangkan bahan bakar minyak merupakan bahan bakar fosil yang mahal dalam operasionalnya dan merupakan energi yang tidak

dapat diperbaharui. Dalam keadaan seperti ini maka dibutuhkan aplikasi energi terbarukan (*Renewable energy application*) yaitu dengan memanfaatkan arus aliran sungai untuk menggerakkan suatu alat sebagai pengganti pompa.

Sling pump merupakan alat yang dirancang untuk meng-konversikan energi kinetik air menjadi energi gerak putar pada *sling pump*. Konversi energi tersebut akan memindahkan air melalui selang yang dililitkan pada bagian *sling pump*, perpindahan air akan terjadi selama ada putaran pada *sling pump*. Perancangan *sling pump* bertujuan untuk menggantikan fungsi pompa dengan memanfaatkan aliran sungai. Ada beberapa parameter yang menjadi acuan bahwa *sling pump* dapat berfungsi dengan baik yaitu debit air yang dihasilkan besar, menjangkau daerah yang elevasinya tinggi dan efisiensi yang tinggi.

Dalam perkembangannya, alat ini belum banyak dipublikasikan dan juga belum banyak digunakan. Penggunaan dan penelitian alat ini hanya dilakukan di Amerika Utara dan Afrika, sedangkan di Indonesia penelitian *sling pump* dilakukan menggunakan model skala laboratorium jenis silinder (Wahyudi, 2009) dan jenis kerucut (Prabowo, 2009).

Sling pump skala laboratorium tersebut masing-masing menggunakan 1 inlet dengan memakai selang plastik.

Rumusan Masalah

Salah satu karakteristik unjuk kerja *sling pump* adalah jumlah debit air yang dihasilkan. Pada penelitian *sling pump* sebelumnya telah dilaksanakan memakai satu *inlet* lilitan selang plastik. Untuk meningkatkan debit air yang dihasilkan dapat dilakukan dengan memasang lebih dari satu jumlah *inlet*. Oleh karena itu pada penelitian ini akan dilihat sejauh mana pengaruh jumlah *inlet* lilitan terhadap unjuk kerja *sling pump*

Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Selang yang digunakan adalah selang plastik
 2. Diameter selang plastik adalah 1''
 3. Perhitungan aliran yang mengalir menggunakan dua fase
 4. Penggerak yang digunakan adalah *propeller*
 5. Ketinggian *delivery* adalah 1 meter
 6. Putaran *sling pump* adalah 21 Rpm
 7. Kecepatan arus sungai adalah 0,96 m/detik
 8. Tempat pelaksanaan penelitian di sungai Bedog, dusun Patuk Kaliabu, Banyuraden, Gamping, Sleman, Yogyakarta
- Tujuan Penelitian

Tujuan diadakan penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan data unjuk kerja *sling pump* jenis kerucut dengan variasi jumlah *inlet* 1, 2 dan 3 menggunakan selang plastik.
2. Mengetahui jumlah *inlet* yang menghasilkan unjuk kerja optimal.
3. Memperoleh perbandingan unjuk kerja *sling pump* pada pemakaian satu *inlet* dan jumlah *inlet* 1, 2 dan 3.

Manfaat Penelitian

Manfaat yang diambil dari penelitian ini adalah:

1. Diperoleh informasi tentang pemanfaatan aliran sungai sebagai penggerak *sling pump* dan pengaruh jumlah inlet terhadap debit yang dihasilkan.
 2. Sebagai referensi dan bahan perbandingan untuk penelitian lebih lanjut dalam rangka pemanfaatan aliran air untuk *sling pump*.
 3. Menggalakkan pemanfaatan energi terbarukan (*renewable energy*)
- Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan data pada pelaksanaan ini adalah:

1. Metode kepustakaan
Metode ini merupakan pengambilan data dari pustaka dengan melakukan analisa yang ada di referensi, internet dan melakukan perbandingan yang mengacu pada hasil penelitian sebelumnya.
2. Metode eksperimental
Metode pengambilan data dengan melakukan pengujian alat atau aplikasi di lapangan untuk mendapatkan data yang valid.

Kajian Pustaka

Pada penelitian skala laboratorium *sling pump* jenis kerucut menggunakan variasi ukuran selang 3/4", 5/8" dan 1/2". Hasil penelitian menunjukkan bahwa *sling pump* kerucut dengan ukuran selang 5/8" menghasilkan debit optimal 0,06 liter/menit (Prabowo, 2009). Sementara penelitian *sling pump* jenis silinder menghasilkan debit 0,06 liter/menit pada selang 5/8" (Wahyudi, 2009). Pada skala laboratorium dilakukan percobaan variasi 4 inlet ukuran selang 3/4". Hasil penelitian menunjukkan pada variasi 2 inlet menghasilkan debit 8,9 liter/menit (Haryono, 2010). Penelitian *sling pump* aplikasi lapangan jenis kerucut dilakukan percobaan variasi diameter 1", 3/4", 5/8", dan 1/2". Hasil penelitian menunjukkan diameter 1" menghasilkan debit 0,09 liter/detik (Widiyanto, 2010).



Gambar 1. Penelitian Sling Pump di Sungai Bedog

Dasar Teori

Head loss

Perubahan tekanan aliran air terjadi karena adanya perubahan ketinggian, perubahan kecepatan akibat perubahan penampang, dan gesekan air terhadap dinding pipa atau penampang selubung.

Mayor losses

$$h_{LMY} = \frac{64}{Re_d} \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (1)$$

Reynolds (Re_d), adalah:

$$f = \frac{0,3164}{Re_d^{0,25}} \quad (2)$$

Minor Losses

$$h_{LM} = f \cdot \frac{L_e}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (3)$$

Menghitung Tekanan

Untuk menghitung tekanan yang terjadi dalam slingpump maka digunakan persamaan berikut :

$$\frac{P_1 - P_2}{\gamma} = \frac{\Delta P}{\gamma} = h_L \quad (4)$$

$$p_1 = p_2 + \rho \times g \times (\Sigma h_{lmayor} + \Sigma h_{lminor}) \quad (5)$$

Perhitungan Head Total Sling Pump

Head total adalah perbedaan ketinggian antara muka air di sisi keluar dan sisi isap

$$H_p = h_a + \Delta h_p + h_1 \quad (6)$$

Perhitungan Daya Air

$$P_w = \rho \cdot Q \cdot g \cdot H_p \quad (7)$$

Dimana :

$$\rho = 996,59 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$Q = \text{Debit air (m}^3\text{/s)}$$

$$g = 9,81 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

$$H_p = \text{Head total pompa (meter)}$$

Perhitungan daya air sungai

Dengan menggunakan rumus

$$P_{air} = \frac{1}{2} \times \rho \times A \times v^3 \quad (8)$$

Efisiensi Sling Pump

Harga efisiensi sling pump menunjukkan besar kecilnya unjuk kerja alat. Perhitungan efisiensi sling pump yaitu:

$$\eta_{sling_pump} = \frac{P_w}{P_{air}} \times 100\% \quad (9)$$

Efisiensi hidrolis

Perhitungan Efisiensi Hidrolis:

$$\eta_{hidrolis} = \frac{Q_{aktual}}{Q_{teoritis}} \times 100\% \quad (10)$$

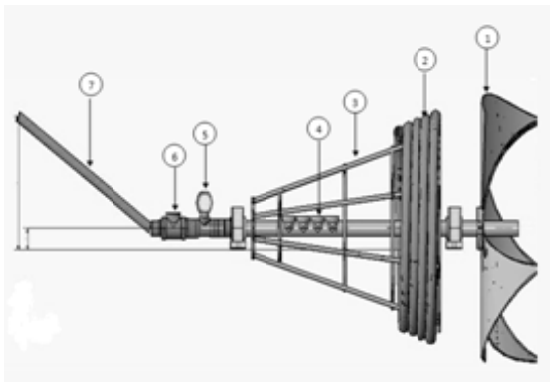
Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah air sungai Bedog pada suhu 26°C.

Peralatan uji

Peralatan yang digunakan pada penelitian meliputi:

- a. Alat utama
- b. Pelampung
- c. Alat ukur
 - 1) Stop watch
 - 2) Termometer
 - 3) Meteran
 - 4) Gelas ukur



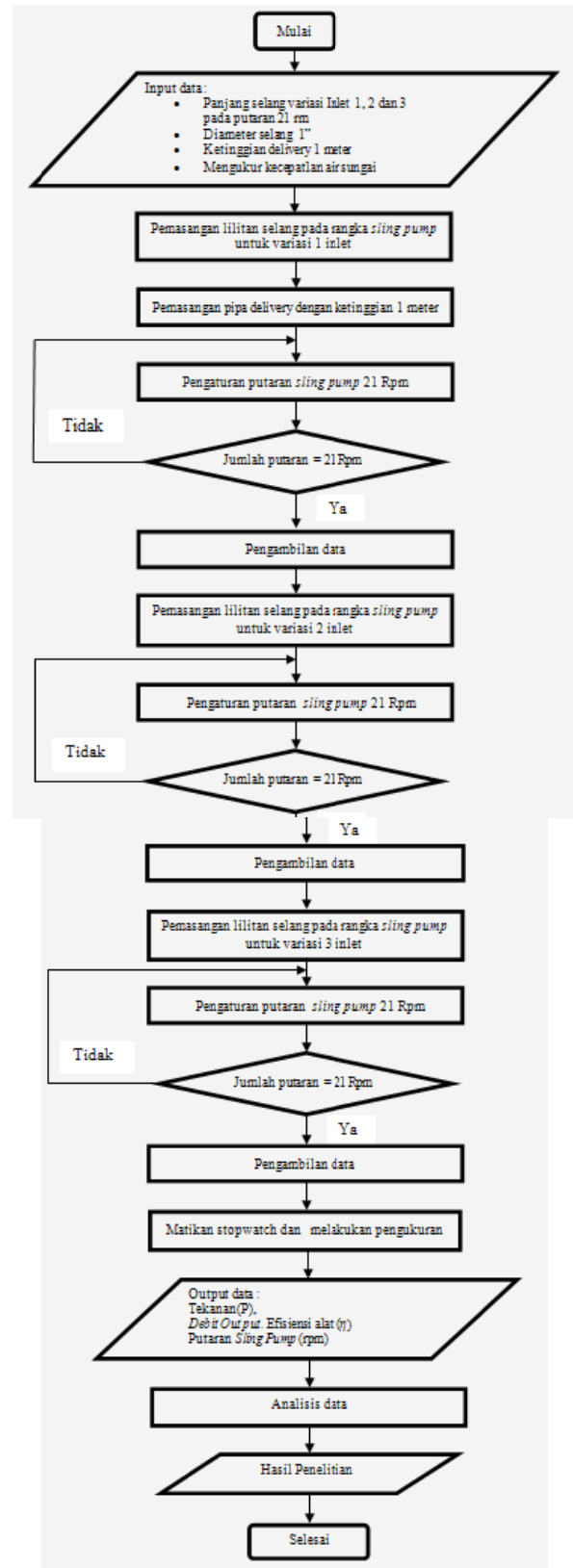
Gambar 2. Skema alat penelitian

Keterangan:

- 1) Propeller
- 2) Selang plastik
- 3) Rangka sling pump
- 4) Manivold
- 5) Pressure gauge
- 6) Check valve
- 7) Pipa delivery
- 8) Rotary seal

Prosedur pelaksanaan penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan cara dan prosedur seperti pada gambar 3



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian.

Analisa data

Data hasil penelitian akan dihitung dan dianalisa dengan melakukan perhitungan sebagai berikut:

- 1) Debit out put hasil pengujian dijadikan acuan perhitungan.
- 2) Menghitung kecepatan air pada masing-masing variasi inlet.
- 3) Menghitung head loss masing-masing variasi inlet.
- 4) Menghitung besarnya tekanan sling pump
- 5) Menghitung daya air.
- 6) Menghitung efisiensi sling pump
- 7) Menghitung efisiensi hidrolis.

Tabel 1. Data Penelitian Variasi 1 Inlet Ukuran Selang 1 "

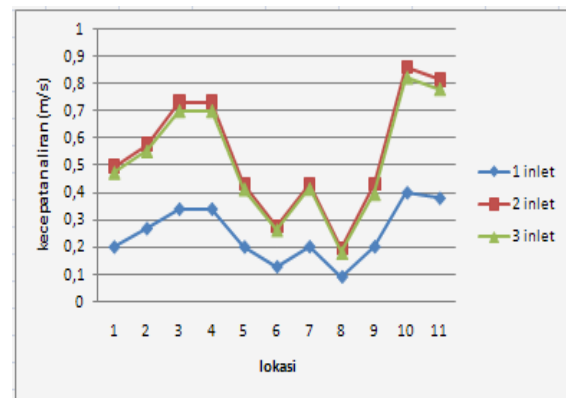
No	P (bar)	L_{selang} (m)	Q (l/menit)
1	0,01	6,21	6,90
2	0,01		6,34
3	0,01		6,00
4	0,01		6,42
5	0,01		5,90
6	0,01		6,00
7	0,01		6,15
8	0,01		6,23
9	0,01		5,80
10	0,01		6,21
			Rata-rata = 6,195

Tabel 2. Data Penelitian Variasi 2 Inlet Ukuran Selang 1 "

No	P (bar)	L_{selang}^1 (m)	L_{selang}^2 (m)	Q (l/menit)
1	0,02	6,21	5,60	12,00
2	0,02			12,40
3	0,02			13,49
4	0,02			13,30
5	0,02			13,50
6	0,02			14,00
7	0,02			13,64
8	0,02			12,70
9	0,02			13,74
10	0,02			13,44
				Rata-rata = 13,221

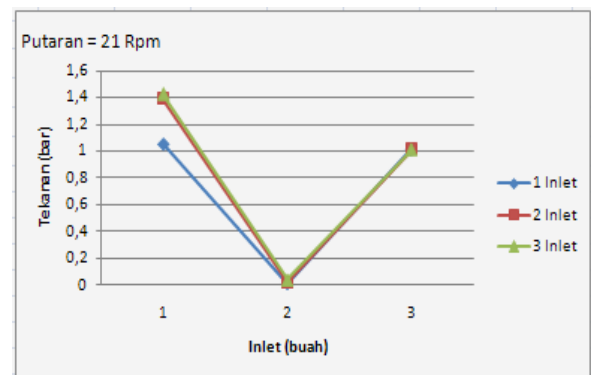
Tabel 3. Data Penelitian Variasi 3 Inlet Ukuran Selang 1 "

No	P (bar)	L_{selang}^1 (m)	L_{selang}^2 (m)	L_{selang}^3 (m)	Q (l/menit)
1	0,04	6,21	5,60	4,65	13,16
2	0,04				13,27
3	0,04				12,12
4	0,04				12,90
5	0,04				13,18
6	0,04				13,13
7	0,04				11,67
8	0,04				12,30
9	0,04				12,15
10	0,04				13,00
					Rata-rata = 12,688



Gambar 4. Grafik Hubungan Antara Variasi Inlet Terhadap Kecepatan Aliran

Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa variasi 2 inlet memiliki kecepatan aliran yang tinggi. Hal ini disebabkan oleh debit yang dihasilkan pada variasi 2 inlet mencapai 13,221 liter/menit. Faktor lain adalah koefisien gesek yang dihasilkan pada variasi 2 inlet relative kecil sehingga berpengaruh pada debit dan kecepatan aliran semakin besar.

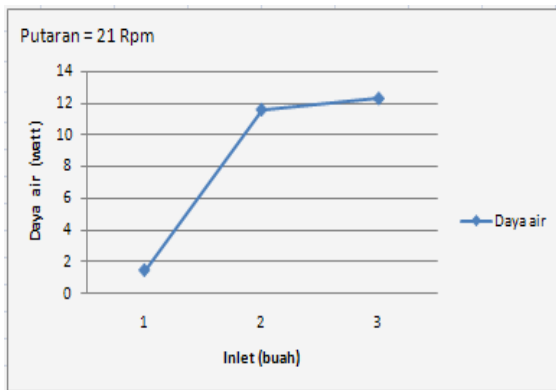


Gambar 5. Grafik Hubungan Antara Variasi Inlet Terhadap Tekanan

Rumus perhitungan tekanan pada P1

$$P_1 = P_2 + \rho \cdot g \cdot (\sum h_{mayor} + \sum h_{minor})$$

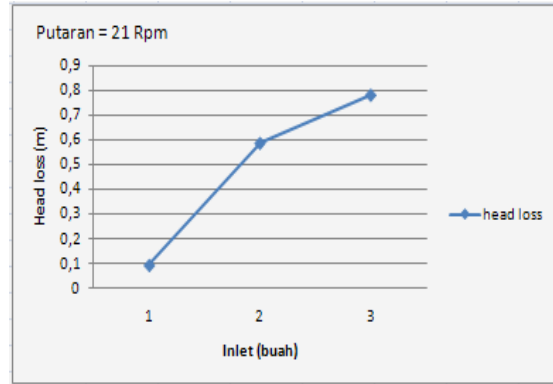
Berdasarkan grafik di atas dapat diketahui bahwa tekanan tertinggi terdapat pada sisi masuk P1. Dengan tingginya tekanan pada P1 dan P3 relatif rendah maka air akan lebih mudah di alirkan. Dari grafik di atas dengan bertambahnya jumlah inlet maka tekanan yang dihasilkan semakin besar. Hal ini terjadi karena semakin banyak jumlah inlet maka *head loss* semakin besar. dari grafik terlihat tekanan yang terbesar terjadi pada percobaan pada variasi 3 inlet dan tekanan yang kecil terjadi pada variasi 1 inlet



Gambar 6. Grafik Hubungan Antara Variasi Inlet Terhadap Daya Air

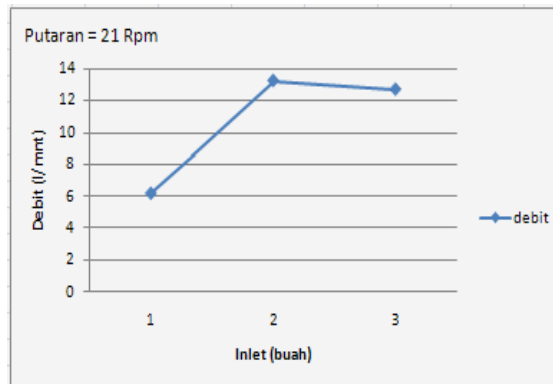
Sesuai dengan persamaan di bawah ini : $P_w = \rho \cdot Q \cdot g \cdot H_p$

Untuk mengalirkan air dibutuhkan daya sehingga dari gambar 4.19 diketahui bahwa semakin bertambah jumlah inlet maka daya air yang dihasilkan bertambah besar. Pada grafik di atas menunjukkan bahwa daya air terbesar terjadi pada variasi 3 inlet yaitu 12,3 watt, tetapi daya tidak berdampak signifikan terhadap debit yang dihasilkan.



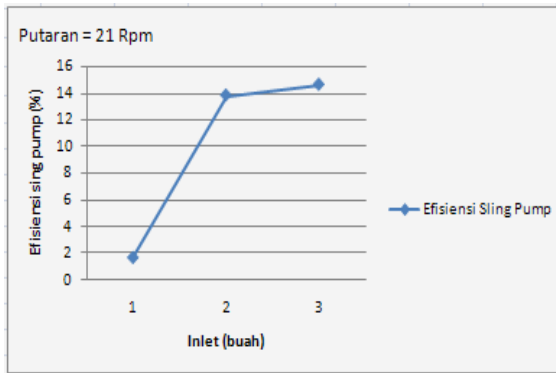
Gambar 7. Grafik Hubungan Antara Variasi Inlet Terhadap Head Loss

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa head loss total tertinggi pada variasi 3 inlet yaitu 0,78061 m. semakin besar rugi gesek maka semakin kecil debit yang dihasilkan sedangkan head loss terkeci pada variasi 1 inlet.



Gambar 8. Grafik Hubungan Antara Variasi Inlet Terhadap Debit

Dari grafik diatas diketahui bahwa debit optimal dihasilkan pada variasi 2 inlet sebesar 13,221 liter/menit. Pada variasi 3 inlet menghasilkan 12,688 liter/menit. Sehingga pemasangan variasi 3 inlet tidak signifikan dengan debit yang dihasilkan. Ada beberapa faktor yang menyebabkan terjadi penurunan debit yaitu: kecepatan aliran menurun pada variasi 3 inlet. Penurunan ini merupakan dampak dari pemasangan model manipold yang sejajar dengan poros hollow shaft sehingga terjadi tabrakan antar fluida didalam.

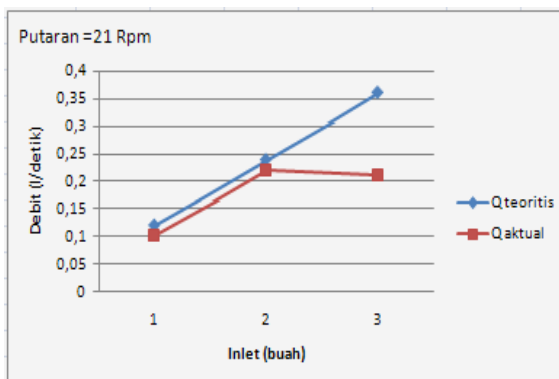


Gambar 9 Grafik Hubungan Antara Variasi Inlet Terhadap η Sling Pump

Efisiensi sling pump dapat dihitung dengan menggunakan rumus

$$\eta_{sp} = \frac{P_w}{P_{air}} \times 100\%$$

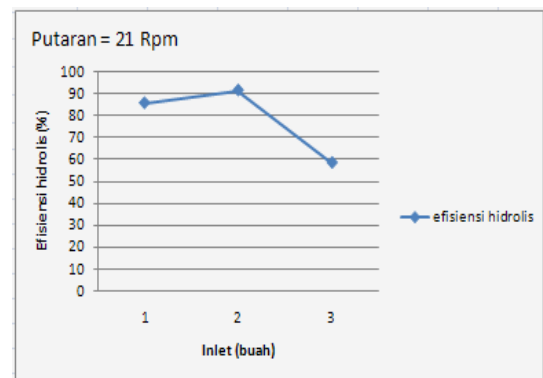
Dari gambar 4.22 diketahui bahwa efisiensi tertinggi terdapat pada percobaan variasi 3 inlet yaitu 14,6 %. Efisiensi sangat dipengaruhi oleh daya air dan potensi daya sungai, sehingga berdampak pada nilai efisiensi yang tinggi. Akan tetapi dengan meningkatnya efisiensi ternyata tidak mempengaruhi debit air yang dihasilkan. Efisiensi yang terendah adalah variasi 1 inlet sebesar 1,7 %. Hal ini sangat dipengaruhi oleh nilai daya air yang dihasilkan terlalu kecil.



Gambar 10. Grafik Perbandingan antara Q Aktual dan Q Teoritis

Dari grafik diatas bahwa diketahui Q teoritis lebih besar dari Q aktual, karena dalam perhitungan teoritis semakin banyak inlet maka semakin besar debit yang dihasilkan atau bertambah 2 kali lebih besar.

Akan tetapi dalam penelitian ada beberapa faktor yang bisa menentukan berapa besar debit yang dihasilkan antara lain: faktor perancangan pada manivold yang sejajar dengan poros sehingga terjadi tabrakan fluida pada poros hollow shaft. Faktor yang kedua adalah aliran sungai yang sulit di prediksi atau faktor alam. Kecepatan dan gelombang sungai selalu berubah ubah, sehingga berpengaruh pada kinerja alat.



Gambar 11 Grafik Hubungan Antara Variasi Inlet Terhadap η Hidrolis

Dari gambar diatas diketahui efisiensi hidrolis tertinggi pada variasi 2 inlet sebesar 91,6% sedangkan efisiensi hidrolis terkecil pada variasi 3 inlet sebesar 58,6 %. Ada beberapa faktor yang menyebabkan efisiensi hidrolis menjadi turun diantaranya adalah: debit aktual lebih kecil dari pada debit teoritik, pemasangan corong pada bagian inlet masuk sehingga Q masuk lbih besar. akan tetapi faktor penting adalah model manivold yang sejajar menjadi penyebab tabrakan antar fluida pada poros *hollow shaft*.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian lapangan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Variasi 2 inlet menghasilkan debit optimal yaitu 13,221 l/menit. Efisiensi hidrolis 91,6 %. Sedangkan efisiensi sling pump tertinggi dihasilkan pada variasi 3 inlet.

2. Berdasarkan hasil penelitian dan analisa variasi 2 inlet menghasilkan unjuk kerja optimal.
3. Pemasangan variasi inlet dengan ukuran diameter selang 1” menghasilkan unjuk kerja lebih baik dibandingkan dengan penggunaan 1 inlet dengan ukuran yang sama.

Saran

1. Hasil penelitian variasi inlet dapat di jadikan perbandingan untuk melakukan penelitian lanjutan
2. Untuk mendapatkan keakuratan yang tinggi, sebaiknya pembacaan data lapangan harus valid
3. Penyediaan pressure gauge dengan pembacaan skala yang lebih kecil sebaiknya di lakukan dari pihak universitas.
4. Dari hasil penelitian variasi inlet, bentuk manivolt kurang mendukung. Hal ini dikarenakan perencanaan dipasang sejajar dengan pipa hollow shaft sehingga terjadi benturan fuida jika dilakukan pemasangan variasi inlet.

UCAPAN TERMAKASIH

Ucapan terimakasih kepada:

Almamaterku Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Daftar Pustaka

Prabowo, A.A (2009). *Pengaruh variasi diameter selang terhadap unjuk kerja sling pump jenis kerucut*, Tugas akhir mahasiswa teknik mesin, universitas muhammadiyah yogyakarta

Wahyudi, didik (2009). *Analisis pengaruh variasi diameter selang terhadap debit air yang dihasilkan pada sling pump bentuk*

silinder, Tugas Akhir mahasiswa teknik mesin, universitas muhammadiyah yogyakarta

Hariono (2010). *Kajian pengaruh variasi jumlah inlet terhadap unjuk kerja sling pump tipe kerucut skala laboratorium*, Tugas akhir mahasiswa teknik mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Widiyanto wahyu (2010). *Studi eksperimental unjuk kerja sling pump jenis kerucut dengan variasi diameter selang plastik*, Tugas akhir mahasiswa teknik mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Triatmodjo Bambang (1991). *Mekanika fluida dan hidraulika*, Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada Press

Giles Ranald (1986). *Mekanika Fluida dan hidraulika*, Jakarta: Erlangga

Streeter and Wylie (1993). *Mekanika fluida*, Jakarta: Erlangga

Sears Francis W. (1944). *Mekanika panas dan bunyi*, Jakarta: Binacipta.

www.riferam.com

www.wikipedia.com

www.gurumuda.com

PENULIS:

Inda Harusena

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta.

Email : indaharusena@ymail.com.