

STUDI EKSPERIMENTAL UNJUK KERJA *SLING PUMP* JENIS KERUCUT DENGAN VARIASI JUMLAH INLET MEMAKAI LILITAN PIPA TEMBAGA

Tian Pandega, Tito Hadji A.S., Muhammad Nadjib

ABSTRACT

Sling Pump represent the pump by construct the trapeze which its surface is given by the pipe circumference or certain period. One of the form of exploiting of energy of river stream that is to turn around the propeler of at sling pump so that sling pump will rotate and irrigate to enter later; then empty into in circumference pipe. Functioning to conduct the water go to the place which higher elevates so that can be exploited by as irrigation. Many research in development of sling pump to get the best result ability. Circumference very influencing of work ability the sling pump. At this research, conducted by development of sling pump trapeze with the big diameter 47cm, small diameter 14cm, length 67cm. Height delivery 1 metre and rotation arranged at 21 rpm by manual that is searching appropriate current speed. Sling Pump use the circumference of copper pipe and add the amount inlet. Lighter copper pipe compared to by after plastic so that rotation will be more quickly. Addition sum up the inlet will add the in put and improve the pressure so that will be obtained by a debit which is more. After done by a examination and analyse the data, known by that amount inlet influence the yielded water debit, pressure, head losses, energy irrigate and also efficiency. Optimum debit yielded by that is at the time of amount of circumference inlet 2. Sum up the inlet 2 also yield the biggest debit. Sum up the inlet 2 yielding best ability. efficiency of highest hydraulic Sling pump efficiency and happened at amount inlet 2. Sling Pump with the circumference of copper pipe yield the better efficiency from at sling pump using circumference after plastic

Keyword : *Sling Pump, tapering, variation of inlet, circumference of copper pipe, field application.*

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Energi merupakan kebutuhan dasar manusia. Di bumi terdapat 2 jenis energi, yaitu *energi fosil* dan *non-fosil* (terbarukan). Contoh energi fosil yaitu migas (minyak bumi dan batu bara), sedangkan energi non-fosil seperti angin dan air. Sumber energi fosil itu terbatas sehingga untuk mencukupi kebutuhan energi manusia perlu pengembangan energi terbarukan.

Potensi energi terbarukan di Indonesia sangat melimpah. Salah satu potensi energi terbarukan yang terdapat di Indonesia adalah air. Di Indonesia terdapat banyak sekali sungai dan salah satu aplikasi energi terbarukan di sungai yaitu *sling pump*.

Prinsip kerja *Sling Pump* yaitu memanfaatkan energi aliran sungai untuk memutar sebuah *propeler* yang terhubung

dengan rangka lilitan selang atau pipa dengan perantara sebuah poros, sehingga menimbulkan moment angular yang akan memutar rangka lilitan selang tersebut, maka debit air sungai akan masuk ke dalam lilitan selang akibat dari putaran yang terus menerus (*continyu*), dan air yang berada di dalam lilitan selang atau pipa akan tertekan, efeknya air dapat naik ke tempat lebih tinggi dari permukaan aliran sungai.

Jenis sling pump ada 2 yaitu jenis tabung (silinder) dan jenis kerucut. Sling pump jenis silinder berbentuk tabung yang kedua sisinya berbentuk lingkaran dengan ukuran yang sama. Sling pump jenis kerucut berbentuk kerucut dimana terdapat 2 sisi yang berbentuk lingkaran dan memiliki ukuran yang berbeda.

Aplikasi penggunaan *Sling Pump* dapat digunakan untuk sistem pengairan irigasi pertanian, kolam tambak maupun lading. Aplikasi *Sling Pump* ini sangat cocok untuk

pengairan dan sangat praktis karena tidak memerlukan bahan bakar.

Unjuk kerja sling pump meliputi tekanan, jumlah debit yang dihasilkan, daya sling pump, ketinggian delivery yang mampu dicapai, efisiensi sling pump dan efisiensi hidrolis.

Penelitian tentang aplikasi sling pump di sungai pernah dilakukan khususnya memakai variasi jumlah inlet menggunakan selang plastik (Harusena, 2010). Langkah pengembangan untuk unjuk kerja sling pump juga pernah dilakukan yaitu dengan mengganti lilitan menggunakan lilitan pipa tembaga (Dityasputro, 2010).

Mengingat teknologi sling pump dapat dikategorikan belum banyak diaplikasikan, maka perlu langkah-langkah untuk mengembangkannya lagi. Salah satu pengembangan tersebut adalah menggunakan pipa tembaga sebagai lilitan dan menambah jumlah inlet.

2. Rumusan Masalah

Penelitian tentang sling pump menggunakan pipa tembaga dengan satu inlet dapat dikembangkan memakai lebih dari satu inlet. Hal ini dilakukan mengingat kerangka kerucut masih memungkinkan dipasang beberapa inlet dan sebagai upaya untuk meningkatkan debit yang dihasilkan.

Oleh karena perlu dilakukan penelitian pemakaian jumlah inlet pipa tembaga lebih dari satu pada sling pump jenis kerucut. Pada penelitian ini akan dikaji sejauh mana pengaruh variasi jumlah inlet terhadap unjuk kerja sling pump.

3. Batasan Masalah

Pada pengujian sling pump dibatasi oleh :

- *Sling Pump* menggunakan skala lapangan sehingga menggunakan energi aliran sungai untuk memutar *propeler* sebagai penggerak dari *Sling Pump*.
- Rangka *Sling Pump* berbentuk *kerucut* dengan diameter besar 47 cm, diameter

kecil 14 cm, dan panjang 62,5 cm, bahan rangka menggunakan aluminium diameter 0,8 cm.

- Bahan untuk lilitan jenis pipa tembaga dengan diameter nominal $\frac{3}{4}$ " variasi jumlah inlet 1, 2, dan 3.
- Jenis pipa delivery adalah PVC diameter nominal $\frac{3}{4}$ " panjang 4 meter dengan ketinggian 1 meter.
- Kecepatan putaran diatur yaitu 21 rpm.
- Lokasi penelitian di sungai Bedog, dusun Patuk, Desa Banyuraden, Kecamatan Gamping, Kabupaten Sleman, Yogyakarta.

4. Tujuan

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

- Mendapatkan unjuk kerja sling pump jenis kerucut dengan variasi jumlah inlet 1, 2 dan 3 menggunakan pipa tembaga.
- Memperoleh jumlah inlet dengan unjuk kerja yang optimal.
- Membandingkan unjuk kerja sling pump menggunakan lilitan selang plastik dan pipa tembaga.

5. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini yaitu :

- Menambah informasi dan referensi tentang sling pum jenis kerucut yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya.
- Membantu mengembangkan aplikasi energy terbarukan khususnya pemanfaatan energy aliran sungai.

6. Metode Pengambilan Data

Metode yang digunakan untuk memperoleh data – data dalam penelitian ini antara lain :

- Metode Observasi Lapangan
Metode ini dilaksanakan untuk mendapatkan data tentang kecepatan aliran sungai tempat penelitian.
- Metode Pustaka
Metode pustaka adalah suatu cara untuk mendapatkan data-data dengan mengkaji buku-buku referensi yang memuat pembahasan dari masalah yang terkait

secara langsung maupun tidak langsung dalam menyusun tugas akhir.

- Metode Eksperimen
Metode eksperimen yang dilakukan dalam penelitian ini adalah melakukan pengujian langsung terhadap sling pump untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan.

KAJIAN PUSTAKA

Pada penelitian sebelumnya, yaitu penelitian sling pump kerucut variasi inlet dengan skala laboratorium (Haryono, 2010), diperoleh bahwa putaran sling pump yang paling optimal dalam menghasilkan unjuk kerja adalah pada 20 rpm. Pada jumlah inlet 1, debit yang dihasilkan selalu meningkat dengan bertambahnya putaran sling pump.

Penelitian lain tentang sling pump kerucut yaitu sling pump aplikasi sungai variasi jumlah inlet dengan lilitan selang plastik (Harusena, 2010), diperoleh bahwa variasi 2 inlet dengan putaran 21 rpm debit *out put* yang dihasilkan lebih tinggi di banding dengan variasi 3 inlet. Faktor yang menyebabkan debit pada 3 inlet rendah karena perancangan sistem pada *manifold* sejajar dengan poros, sehingga tabrakan antar fluida pada poros *hollow shaf* menyebabkan kurang maksimalnya debit pada variasi 3 inlet.

Disimpulkan bahwa semakin banyak menambah jumlah inlet maka semakin besar head loss yang terjadi. Hal ini mengakibatkan debit air yang di hasilkan kurang maksimal.

Dari penelitian Harusena (2010) diperoleh 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 besarnya debit yang dihasilkan antara lain : faktor perancangan pada *manifold* 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.

Dari penelitian unjuk kerja sling pump variasi diameter menggunakan lilitan pipa tembaga (Dityasputro, 2010), dapat disimpulkan bahwa semakin besar diameter pipa lilitan maka semakin optimal unjuk kerja sling pump. Hal ini dipengaruhi banyaknya in put dan daya tampung air di dalam pipa lilitan.

METODOLOGI PENELITIAN

1. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah air sungai.

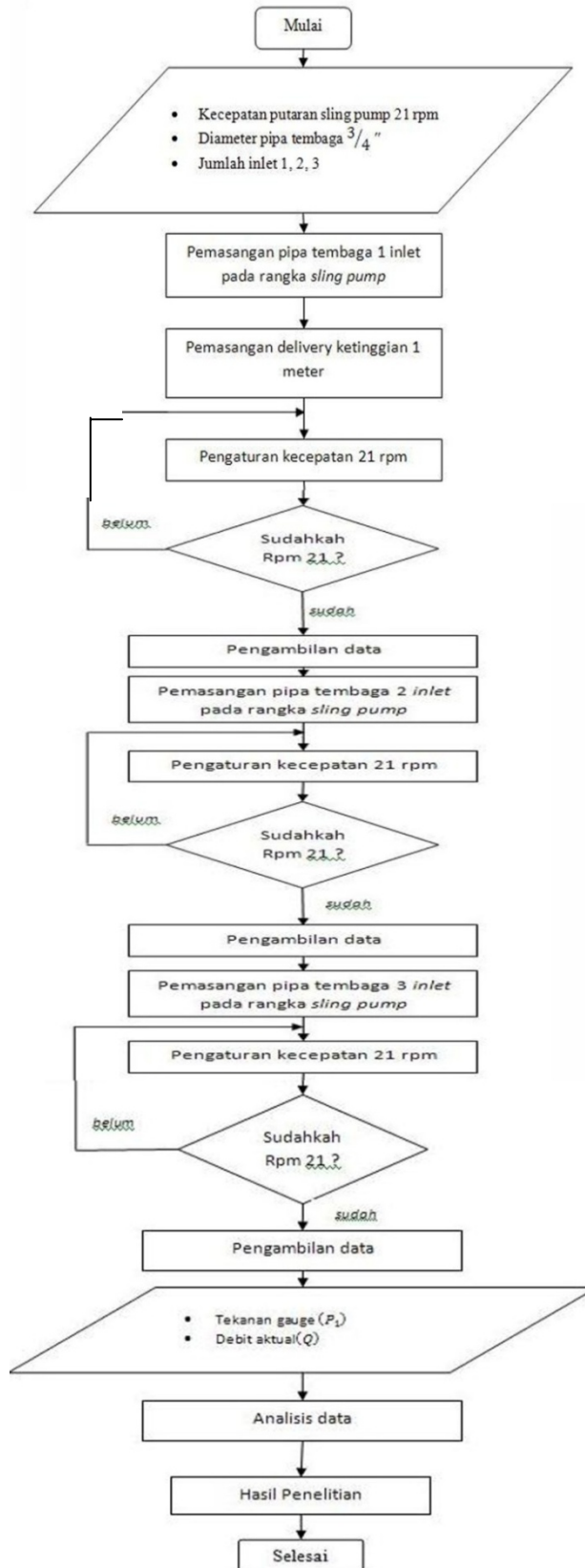
2. Peralatan Uji

Peralatan yang digunakan pada pengujian ini adalah :

- *Propeler* sebagai pemutar Sling Pump
- Pelampung Sling Pump
- *Sling pump*
- Pipa tembaga
- Pipa delivery
- Tiang besi
- *Rotary seal*
- *Pressure gauge*
- Ember penampungan air
- Stopwatch
- Meteran
- Gelas ukur

3. Prosedur Penelitian

Secara garis besar penelitian dapat dilihat pada diagram alir sebagai berikut :



Gambar 1. Diagram alir penelitian

4. Prosedur Pengujian

Tahap dalam penelitian ini yaitu :

- Tahap persiapan

Tahap persiapan pada penelitian ini :

- Persiapan alat-alat yang diperlukan.
- Pengecekan kondisi alat-alat yang akan digunakan.
- Memantau sungai lokasi.
- Pengoperasian *Sling pump*.

- Analisis data

Analisis sebagai berikut :

- Menghitung kecepatan arus tiap instalasi pipa.
- Menghitung rugi-rugi mayor dan rugi-rugi minor.
- Menghitung tekanan pada sisi masukan *sling pump*.
- Menghitung head total *sling pump* pada masing-masing ketinggian.
- Menghitung daya air dan daya arus sungai
- Menghitung efisiensi *sling pump*.
- Menghitung efisiensi hidrolis

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data Penelitian

Data yang diperoleh dalam penelitian ini adalah seperti tersaji dalam tabel-tabel di bawah ini (Tabel 1 sampai Tabel 4) :

Tabel 1. Pengukuran kecepatan arus sungai Bedog

No	Panjang Lintasan (m)	Waktu (detik)
1	10	13.74
2	10	13.84
3	10	12.78
4	10	14.00
5	10	13.68
6	10	13.74
7	10	13.24
8	10	13.56
9	10	13.37
10	10	13.86
Jumlah		135.81
Rata-rata		13.581

Tabel 2. Data penelitian variasi 1 inlet

No	N (rpm)	Ld (m)	Hd (m)	P (bar)	L_{selang} (m)	Q (l/menit)
1	21	4	1	0.01	5,65	2,77
2				0.01		2,84
3				0.01		2,81
4				0.01		2,79
5				0.01		2,88
6				0.01		2,90
7				0.01		2,88
8				0.01		2,73
9				0.01		2,97
10				0.01		2,73
						$\bar{Q} = 2,83$

Tabel 3. Data penelitian variasi 2 inlet

No	P (bar)	Lselang 1 (m)	Lselang 2 (m)	Q (l/menit)
1	0,017	5,65	5,47	8,70
2	0,017			8,64
3	0,017			8,48
4	0,017			9,17
5	0,017			8,58
6	0,017			8,75
7	0,017			8,70
8	0,017			8,85
9	0,017			8,83
10	0,017			8,83
				$\bar{Q}=8,753$

Tabel 4. Data penelitian variasi 3 inlet

No	P (bar)	Lselang 1 (m)	Lselang 2 (m)	Lselang 3 (m)	Q (l/menit)
1	0,02	5,65	5,47	5,32	7,74
2	0,02				8,22
3	0,02				8,43
4	0,02				8,39
5	0,02				8,43
6	0,02				8,56
7	0,02				8,64
8	0,02				8,51
9	0,02				8,68
10	0,02				8,62
					$\bar{Q}=8,498$

Kondisi air pada saat penelitian adalah 25° C

2. Pembahasan

Perhitungan dan pembahasan dari analisis data yang diperoleh adalah sebagai berikut :

Spesifikasi pipa tembaga :

Tabel 5. Data ukuran pipa tembaga

No	Jenis pipa tembaga	Diameter dalam (di) (m)	Diameter luar (do) (m)	Jari jari (ri) (m)	Jari jari (ro) (m)
1	¾"	17,4 x10 ⁻³	19,2x10 ⁻³	0,087	0,096

• Viskositas Air

Diketahui kondisi air diasumsikan pada temperatur 25°C, sifat-sifatnya dapat diketahui dari lampiran (Tabel viskositas air). Dimana :

- $\mu_{air} = 0,891 \times 10^{-3} N \cdot s/m^2$
- $\rho_{air} = 997,13 kg/m^3$

Maka dapat dihitung viskositas kinematik (ν)

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \rightarrow$$

$$\nu = \frac{0,891 \times 10^{-3} kg/ms}{997,13 kg/m^3}$$

$$= 9 \times 10^{-7} m^2/s$$

- Pembahasan Tekanan Sisi *Suction Sling Pump* (P_1)

Tekanan sisi *suction* yaitu tekanan pada sisi masuk air.

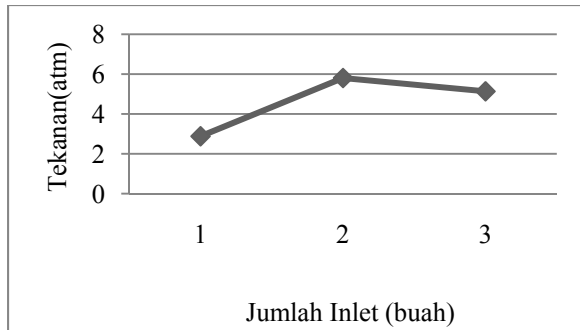
$$\frac{P_1 - P_{2a}}{\rho \cdot g} = \left(\sum h_{f \text{ may sampai gauge}} + \sum h_{f \text{ min sampai gauge}} \right)$$

P_1 = tekanan suction (atm), P_2 = tekanan pada gauge (atm), ρ = massa jenis air (kg/m³), g = gravitasi (m/s²).

Dengan persamaan di atas maka diperoleh hasil tekanan *suction* sebagai berikut :

Tabel 6. Tekanan *suction* pada variasi inlet

Jumlah Inlet	Tekanan (atm)
1	2.88
2	5.807
3	5.136



Gambar 2. Grafik tekanan suction dengan variasi jumlah inlet

Tekanan *suction* pada variasi 2 inlet adalah tekanan yang paling tinggi diantara variasi lainnya. Hal ini disebabkan pada variasi 3 inlet terjadi muntahan pada sisi input sehingga tekanannya berkurang.

- Pembahasan Head Total *Sling Pump* (H_p)

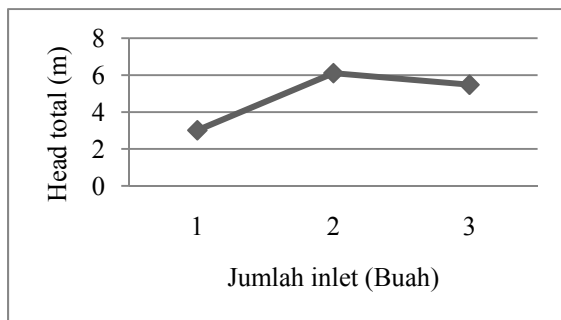
Head total dihitung dari tekanan sling pump dan pada ketinggian delivery tertentu. Head total mempengaruhi daya air pada sling pump.

$$H_p = \frac{P_1 - P_3}{\rho \cdot g} + (h_{f \text{ mayor}} + h_{f \text{ minor}}) + z_a$$

Dengan persamaan di atas diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 7. Head total pada variasi inlet

Jumlah inlet (buah)	Head total (m)
1	3.015
2	6.107
3	5.48



Gambar 3. Grafik head loss total variasi inlet

Variasi 2 inlet memiliki head total yang paling tinggi karena pada variasi 2 inlet

menghasilkan tekanan yang paling tinggi. Semakin tinggi tekanan maka head yang dihasilkan semakin besar.

- Perhitungan Daya Air (P_w)

Daya air sangat dipengaruhi oleh debit yang dihasilkan dan head total sling pump. Berikut adalah perhitungan dari daya air :

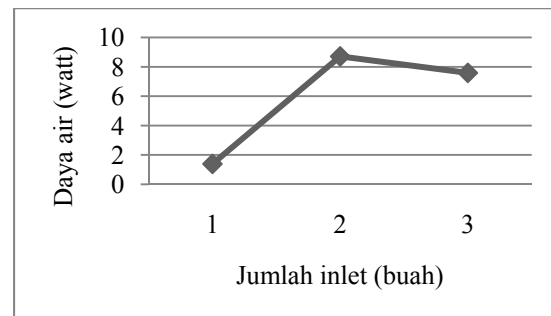
$$P_w = \rho \cdot Q \cdot g \cdot H_p$$

P_w = daya air (watt), Q = debit (m^3/s)

Dari perhitungan di atas maka dapat dituliskan dalam tabel dan grafik sebagai berikut :

Tabel 8. Daya air pada variasi inlet

Jumlah inlet (buah)	Daya air (watt)
1	1.392
2	8.716
3	7.59



Gambar 4. Grafik daya air dengan variasi jumlah inlet

Dari grafik dapat diketahui daya air yang paling optimal di dapat dari variasi 2 inlet. Hal ini dikarenakan pada variasi 2 inlet dapat menghasilkan debit yang paling optimal dan head total paling tinggi dari pada variasi jumlah inlet yang lain.

- Potensi daya sungai

Perhitungan potensi daya sungai diperlukan untuk mengetahui efisiensi dari sling pump. Berikut adalah data kecepatan aliran sungai :

Tabel 9. Data hasil pengukuran kecepatan air sungai Bedog.

No	Panjang Lintasan (m)	Waktu (detik)
1	10	13.74
2	10	13.84
3	10	12.78
4	10	14.00
5	10	13.68
6	10	13.74
7	10	13.24
8	10	13.56
9	10	13.37
10	10	13.86
Jumlah		135.81

Dari tabel pengambilan kecepatan aliran air sungai di atas, maka kecepatan rata-rata aliran air sungai Bedog adalah:

➤ Waktu tempuh (t) rata-rata:

$$\bar{t} = \frac{\sum_{n=1}^{10} v}{10} = \frac{135.81}{10} = 13,581 \text{ s}$$

➤ Kecepatan aliran air sungai (v):

$$v = l / \bar{t}$$

$$v = \frac{10}{13,581} = 0,736 \frac{m}{s}$$

Pada kenyataannya kecepatan aliran air sungai tidak selalu konstan, sehingga diberi faktor koreksi kecepatan sebesar ($f_c = 1,2$).

$$v = v \cdot f_c \Rightarrow 0,736 \frac{m}{s} \times 1,2 = 0,884 \frac{m}{s}$$

Debit aliran air sungai yang akan dipakai hanya seluas penampang *propeller*. *Propeller* berbentuk lingkaran dengan diameter (d) = 60 cm, yang terdiri dari 5 buah daun *propeler*.

Luas penampang propeller yang tercelup dalam air :

$$A = \frac{\pi r^2}{360} \times \text{Luas swept area}$$

$$= \frac{\pi(30cm)^2}{360} \times (42 + 68 + 42) - (0,5 \times 59,16 \times 5)$$

$$= 1045cm^2 = 0,1054m^2$$

Dengan rumus $P_{sungai} = \frac{1}{2} \times \rho \times A \times v^{-3}$ akan diperoleh daya air sungai, yaitu sebesar:

$$P_{sungai} = \frac{1}{2} \times \rho \times A \times v^{-3}$$

$$= \frac{1}{2} \times 1000 \frac{kg}{m^3} \times 0,1045m^2 \times \left(0,884 \frac{m}{s}\right)^3$$

$$P_{Sungai} = 36,1Joule / s = 36,1Watt$$

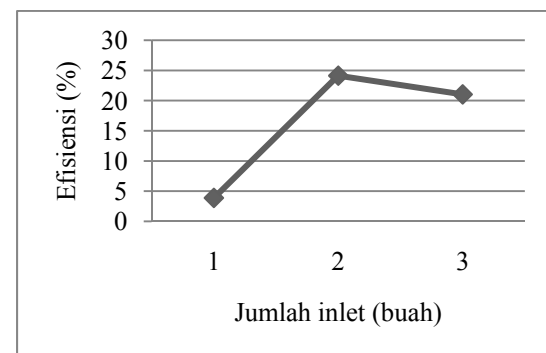
- Efisiensi Sling Pump

Efisiensi sling pump dihitung berdasarkan daya air dan daya sling pump.

Berdasarkan perhitungan di atas dapat dibuat tabel dan grafik seperti di bawah ini :

Tabel 10. Efisiensi sling pump

Jumlah inlet (Buah)	Efisiensi (%)
1	3,86
2	24,14
3	21,025



Gambar 5. Grafik efisiensi sling pump variasi jumlah inlet

Dari hasil perbandingan antara daya air pada sungai dan daya air pada sling pump maka di dapat hasil pengujian yang kurang signifikan. Hal ini dikarenakan oleh model pemasangan manipol yang sejajar, sehingga jika di lakukan pemasangan variasi inlet 2 dan 3 maka air didalam hollow shaft saling bertabrakan. Dari

fenomena ini maka debit out put yang dihasilkan kurang maksimal.

- Analisa pembahasan karakteristik aktual dan teoritis

Dalam penelitian ini direncanakan putaran sling pump adalah 21 Rpm, sehingga dapat dihitung debit masuk dalam satuan waktu yaitu =

$$Q = \frac{Ns}{60} \times \frac{V_{ab}}{\text{putaran}} = \frac{21Rpm}{60} \times \frac{0,1649m^3}{\text{putaran}} = 0,0577m^3 / s$$

Dapat diasumsikan jika variasi 2 inlet maka:

$$Q_2 = 2 \times 0,0577m^3 / s = 0,1154m^3 / s$$

Dapat diasumsikan jika variasi 3 inlet maka:

$$Q_3 = 3 \times 0,0577m^3 / s = 0,1731m^3 / s$$

Dari asumsi dan perhitungan seperti di atas maka dapat diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 11. Perbandingan hasil perhitungan Q_1 teoritis dengan Q_1 pengujian

Variasi Inlet	Q_1 Teoritis (l/s)	Q_1 Pengujian (l/s)
1	0,0577	0,047
2	0,1154	0,146
3	0,1731	0,141

- Perhitungan Efisiensi Hidrolis ($\eta_{hidrolis}$)

Efisiensi hidrolis diperoleh dari perhitungan debit yang dihasilkan sling pump (Q_{aktual}) dengan debit yang seharusnya mampu dihasilkan sling pump ($Q_{teoritis}$).

- Efisiensi dengan 1 inlet

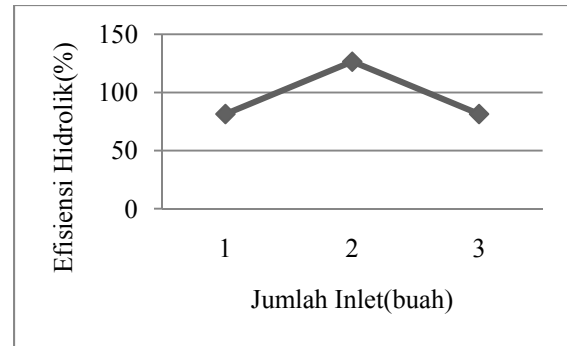
81,45%

- Efisiensi dengan 2 inlet

126,516%

- Efisiensi dengan 3 inlet

81,46%

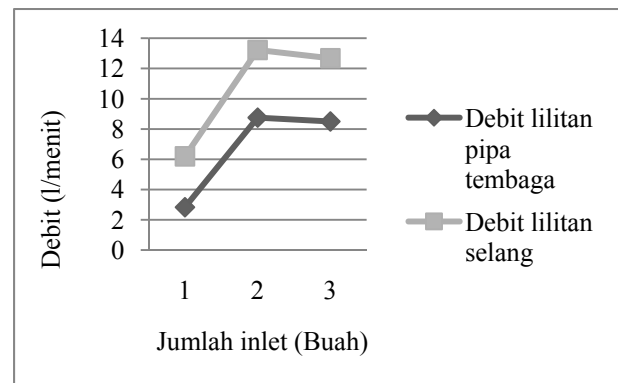


Gambar 6. Grafik efisiensi hidrolis dengan variasi jumlah inlet

Pada grafik dapat dilihat bahwa efisiensi tertinggi bisa dicapai pada variasi inlet yaitu 2 inlet. Ini berdasarkan debit yang dihasilkan dari pengujian. Debit saat variasi 2 inlet memperoleh hasil yang lebih banyak dan pada variasi ini unjuk kerja sling pump paling optimal.

- Perbandingan unjuk kerja sling pump lilitan pipa tembaga dengan lilitan selang

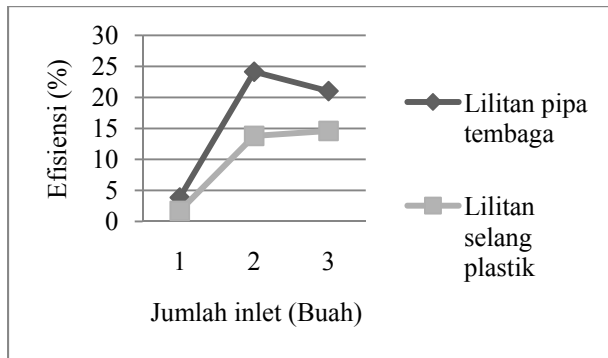
Untuk membandingkan unjuk kerja sling pump lilitan selang dengan lilitan pipa tembaga maka diperlukan data dari penelitian unjuk kerja sling pump dengan lilitan selang plastik (Harusena, 2010).



Gambar 7. Grafik perbandingan debit pada variasi jumlah inlet untuk lilitan pipa tembaga dan selang plastik

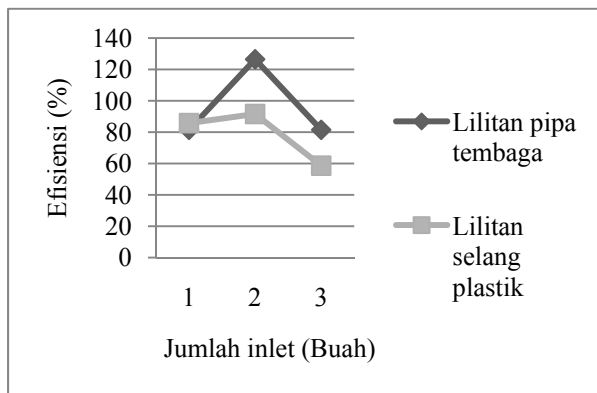
Pada grafik ditunjukkan bahwa hasil debit yang paling optimal dari sling pump variasi inlet dengan lilitan selang plastik diameter nominal 1" adalah pada variasi 2 inlet yaitu 13,221 l/mentit (Harusena, 2010), sedangkan pada lilitan

tembaga diameter nominal $\frac{3}{4}$ " yaitu 8,753 l/menit dengan variasi 2 inlet.



Gambar 8. Grafik perbandingan efisiensi sling pump variasi jumlah inlet untuk lilitan pipa tembaga dan selang plastik

Efisiensi sling pump pada variasi inlet dengan lilitan selang plastik yang menunjukkan hasil paling optimal adalah dari variasi 3 inlet (Harusena, 2010). Grafik pada efisiensi sling pump ini selalu naik. Pada lilitan pipa tembaga efisiensi sling pump paling optimal saat memakai 2 inlet.



Gambar 9. Grafik perbandingan efisiensi hidrolik sling pump variasi jumlah inlet untuk lilitan pipa tembaga dan selang plastik

Variasi inlet dengan lilitan selang plastik dan lilitan pipa tembaga menghasilkan efisiensi hidrolik yang paling optimal pada variasi yang sama yaitu pada variasi 2 inlet.

Perbedaan ukuran lilitan juga sangat mempengaruhi dalam input dan daya tampung lilitan sehingga akan berpengaruh pada debit yang dihasilkan oleh sling pump.

PENUTUP

• Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan perhitungan dapat di tarik kesimpulan, sebagai berikut:

- Jumlah inlet 2 menghasilkan debit, efisiensi sling pump dan efisiensi hidrolik tertinggi.
- Berdasar butir 1 diketahui bahwa jumlah inlet 2 menghasilkan unjuk kerja yang terbaik.
- Sling pump dengan lilitan pipa tembaga menghasilkan efisiensi yang lebih baik dari pada sling pump yang menggunakan selang plastik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya bersyukur kepada Allah SWT karena berkat dan rahmatNya saya dapat merampungkan Tugas Akhir ini. Saya menyadari, Tugas Akhir yang saya tulis ini bukan merupakan suatu yang instan. Itu buah dari suatu proses yang relative panjang serta menyita segenap tenaga dan pikiran. Yang pasti, tanpa segenap motivasi, kesabaran, kerja keras, dan doa mustahil saya sanggup untuk menjalani tahap demi tahap dalam menyelesaikan ini.

Dengan segala kerendahan hati, ucapan terima kasih yang tak terhingga wajib saya berikan kepada :

1. Team Sling Pump skala lapangan, atas kerja samanya dan bantuannya selama ini.
2. Orang tua saya atas semangat, motivasi serta dukungan dalam bentuk dana maupun do'anya.

DAFTAR PUSTAKA

- Peter, F., 1995, *Water – Pumping Device ; "Sling Pump"*, Intermediate Technology Publication, London, UK.
- Dityasputro, B., 2010, "studi eksperimental unjuk kerja sling pump jenis kerucut dengan variasi diameter memakai lilitan pipa tembaga".
- Harusena, I., 2010, "studi eksperimental unjuk kerja sling pump jenis kerucut dengan variasi jumlah inlet memakai lilitan selang plastik".

Haryono, 2010, “studi eksperimental unjuk kerja sling pump jenis kerucut dengan variasi jumlah inlet memakai lilitan selang plastik skala laboratorium”.

Sularso, 2000, “*Pompa dan Kompresor: Pemilihan, Pemakaian dan Pemeliharaan*”, Pradya Paramita, Jakarta.

Moot L. Robert., 2005, “*Aplied Fluid Mechanic*”, Sixth Edition, Person education south asia, Pte Ltd..

Streeter L.Victor., 1993, “*Mekanika Fluida*”, Edisi delapan, Erlangga, Jakarta.

Olson. M.Reuben., 1993. ” *Mekanika Fluida Teknik* ” Edisi lima, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

www.lightmypump.com

www.EnergyEfficiency.Asia.Org

PENULIS :

Tian Pandega

Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik,
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,
Yogyakarta.

Email : tianpandega@yahoo.com