

KAJIAN EKSPERIMENTAL *SLING PUMP* KERUCUT MENGGUNAKAN *WATER SWIVEL JOINT* SEBAGAI PENGGANTI *WATER MUR* DENGAN VARIASI JUMLAH LILITAN SELANG

Hary Prasetyo 20120130132

Jurusan Teknik Mesin, fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jalan Lingkar Selatan Tamantirto, Kasihan, Bantul, DI Yogyakarta, Indonesia, 55183

Abstract

Archimedian screw pump yaitu pompa yang ujung engkolnya diputar dengan menggunakan tenaga manusia sehingga air akan naik dari elevasi rendah ke elevasi lebih tinggi. Kemudian pompa ini dikembangkan menggunakan ulir pipa dengan lilitan selang ke rangka pompa dan penggantian poros engkol dengan sebuah *propeller* (baling-baling). Namun, pompa hasil modifikasi ini tidak dapat diaplikasikan lagi di danau, karena pompa ini memerlukan energi aliran sungai untuk memutar propellernya. Pompa hasil modifikasi ini disebut dengan *sling pump*. Penelitian *sling pump* dilakukan pada skala laboratorium, menggunakan *sling pump* dengan ketentuan 1 inlet, 80% pencelupan dalam air, kecepatan konstan 40 rpm, ketinggian pipa *delivery* 2 meter dan variasi jumlah lilitan selang yaitu 10, 12, 14, dan 16. Bahan yang digunakan pada penelitian ini menggunakan panjang pipa *delivery* 6 meter, *manifold* sejajar, dan *water swivel joint* sebagai pengganti *water mur* yang bocor. Hasil penelitian mengungkapkan jumlah lilitan selang pada *sling pump* mempengaruhi debit yang dihasilkan. Semakin banyak jumlah lilitan selang pada *sling pump* semakin tinggi pula debit yang dihasilkan. Titik optimum debit yang dihasilkan pada jumlah lilitan 16 buah yaitu 7,53 liter/menit.

Keywords: *Sling pump*, Rangka kerucut, Variasi lilitan selang dan *Water swivel joint*.

1. Pendahuluan.

Energi air adalah energi yang telah dimanfaatkan secara luas di Indonesia yang dalam skala besar telah digunakan sebagai pembangkit listrik. Beberapa perusahaan di bidang pertanian bahkan juga memiliki pembangkit listrik sendiri yang bersumber dari energi air. Dimasa mendatang untuk pembangunan pedesaan termasuk industri kecil yang jauh dari jaringan listrik nasional, energi yang dibangkitkan melalui sistem mikrohidro diperkirakan akan tumbuh secara pesat.

Energi air yang dimanfaatkan di Indonesia pada umumnya menggunakan skala yang besar yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). Namun masih banyak sungai kecil di Indonesia yang belum bisa dimanfaatkan oleh pemerintah untuk keperluan masyarakat. Pemanfaatan sungai kecil dapat dilakukan dengan penggunaan teknologi *Sling pump* untuk mengurangi konsumsi listrik.

Sling pump adalah sebuah pompa yang tidak menggunakan energi fosil maupun energi listrik. Pompa ini terdiri dari lilitan selang pada sebuah kerangka yang berbentuk kerucut. Bagian depan rangka terdapat komponen *propeller* yang berfungsi sebagai pengubah (konversi) energi kinetik aliran sungai menjadi energi putaran. Ketika *sling pump* berputar maka air akan masuk ke dalam selang dan ikut berputar, Selanjutnya air akan keluar dari *outlet* selang. Karakteristik khusus *sling pump* adalah untuk mengalirkan air dari elevasi rendah ke elevasi lebih tinggi.

1.1. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian variasi jumlah lilitan selang elastik ini adalah sebagai berikut:

- Mendapatkan debit maksimal pada variasi jumlah lilitan selang pada *sling pump*.
- Mengevaluasi debit air yang dihasilkan pada penelitian *sling pump* variasi jumlah lilitan selang.
- Membandingkan hasil debit air pada penelitian sebelumnya dengan dengan memanfaatkan *water swivel joint* sebagai pengganti *water mur*.

2. Landasan Teori.

2.1. Kajian Pustaka.

Hasbullah (2010) melakukan penelitian *Sling Pump* jenis kerucut berskala laboratorium. dengan pengaruh variasi 6 lilitan selang plastik dan kecepatan putar 40 rpm. *Sling pump* menghasilkan debit sebesar 9,37 liter/menit.

Kurniawan (2015) pernah melakukan penelitian unjuk kerja *sling pump* jenis kerucut menggunakan variasi kecepatan putar dan kondisi pengecelupan 50-90%, serta ketinggian *delivery* 2 m. Dari hasil penelitian diketahui debit optimal terjadi pada kecepatan 50 rpm dengan kondisi pengecelupan 50% yaitu sebesar 4,71 liter/menit

Waliyadi (2016) melakukan penelitian *sling pump* dengan variasi ketinggian dan kondisi pengecelupan dengan menggunakan kecepatan maksimal hanya menghasilkan *Head* tertinggi 2 meter dengan debit air 3,46 liter/menit.

Pada penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya dengan menggunakan *water mur*, debit dan *Head* yang di hasilkan kurang optimal. Hal ini disebabkan karena adanya kebocoran yang terjadi pada *water mur*. Dari dari penelitian ini dapat dibandingkan dengan melakukan penggantian *water mur* dengan *water swivel joint* supaya tidak ada kebocoran lagi.

Metode yang digunakan pada penelitian *sling pump* dengan variasi jumlah lilitan ini adalah pergantian *Water mur* dengan *Water Swivel joint*. Menggunakan kecepatan putar *sling pump* 40 rpm, dengan ketinggian 2 meter dan kondisi pengecelupan 80%. Serta membandingkan hasil debit yang didapat oleh peneliti sebelumnya.

2.2.Dasar Teori.

Sling pump diperkenalkan oleh Archimedes pada kisaran tahun 287-212 SM. Alat ini digunakan untuk memindah air dari danau keseluruh irigasi pertanian Syracuse di Sicily (Wikipedia). Cara kerja pompa ini yaitu ujung engkol diputar menggunakan tenaga manusia, sehingga air akan naik dari elevasi rendah ke elevasi lebih tinggi. Alat ini kemudian dikenal dengan sebutan “*Archimedean Screw pump*”.

a.Sling Pump

Teknologi *Sling pump* merupakan jenis Pompa *special effect* adalah pompa yang prinsip kerjanya mengkonversi energi dari energi tekanan dari fluida bergerak menjadi energi gerak sehingga membuat area bertekanan rendah dan dapat menghisap fluida di sisi *fuction* atau sisi hisap. metode ini dapat digunakan sebagai metode pembuatan pompa air yang tidak memerlukan energi listrik atau energi fosil.

b.Water Swivel Joint

Pengunaan *Water Swivel Joint* merupakan komponen penting dalam industri pengeboran.Swivel

terletak pada bagian paling atas dari rangkaian pipa bor Alat ini mempunyai fungsi sebagai berikut:

- Memberikan kebebasan rangkaian pipa bor untuk berputar.
- Memberikan perpaduan gerak vertikal dengan gerak berputar dapat bekerja bersama-sama.
- Untuk meneruskan aliran lumpur dari alat yang tidak bergerak ke peralatan yang bergerak pada rangkaian pemoran.

c.Energi air

Untuk mengetahui energi aliran air sungai di daerah datar, digunakan perhitungan energi kinetik, sehingga energi yang dapat dibandingkan oleh air adalah sebesar :

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

- dengan, - P_{air} : Daya air (Watt)
 - ρ : Massa jenis air (kg/m^3)
 - A : Luas penampang aliran air (m^2)
 - v : Kecepatan aliran air (m/s)

d.Tekanan (P)

Dalam ilmu fisika, tekanan (P) diartikan sebagai gaya per satuan luas, dimana arah gaya tegak lurus dengan luas permukaan. Secara matematis, tekanan dapat dinyatakan dengan persamaan berikut ini:

$$P = \frac{F}{A}$$

- dengan, - P : Tekanan (Pa)
 - F : Gaya (N)
 - A : Luas permukaan (m^2)

e.Tekanan Hidrostatik

Tekanan hidrostatik adalah tekanan yang terjadi di bawah air. Tekanan ini terjadi karena adanya berat air itu sendiri yang membuat air tersebut mengeluarkan tekanan. Tekanan air bergantung pada kedalaman air (h) di dalam sebuah ruang dan gravitasi (g).

Hubungan berat air terhadap ruangan dan gravitasi ini dirumuskan sebagai berikut:

$$P = \rho \cdot g \cdot h$$

- dengan, - P : Tekanan hidrostatik (N/m^2)
 - ρ : Massa jenis cairan (kg/m^3)
 - g : Percepatan gravitasi (m/s^2)
 - h : Kedalaman cairan (m)

f. Aliran *Laminar* Dan *Turbulen*

Aliran *laminar* adalah suatu aliran fluida yang sifat alirannya cenderung stabil. Aliran *laminar* akan mengalami ketidakstabilan ketika memiliki viskositas dan kecepatan tinggi. Pada kondisi ini, aliran akan cenderung menjadi aliran *turbulen*.

Nilai Re:

- Re < 2300 : *Laminar*
- 2300 ≤ Re ≤ 4000 : *Transisi*
- Re > 4000 : *Turbulen*

$$Re_d = \frac{\rho \cdot v \cdot d}{\mu}$$

- dengan, - v : Kecepatan aliran (m/s)
- ρ : Massa jenis (kg/m³)
- μ : Viskositas dinamik (kg/m.s)
- Re_d : Bilangan *Reynolds*
- d : Diameter dalam pipa (m)

g. Persamaan Kontinuitas

Aliran fluida *internal* tak mampu mampat atau *incompressible* adalah aliran di dalam suatu garis aliran yang penampangnya berupa kurva tertutup dan massa jenis fluida sepanjang medan aliran adalah tetap (tidak berubah).

Persamaan disebut dengan persamaan kontinuitas. Dalam bentuk lain persamaan kontinuitas ini dapat ditulis :

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 = Q$$

- dengan- Q : Debit (m³/s)
- v : Kecepatan aliran (m/s)
- A : Luas penampang (m²)
- ṁ : Laju aliran massa (kg/s)

h. Prinsip *Bernoulli*

Prinsip *Bernoulli* adalah sebuah istilah di dalam mekanika fluida yang menyatakan bahwa jika pada suatu aliran fluida mengalami peningkatan kecepatan dan ketinggian fluida terhadap suatu referensi maka akan menimbulkan penurunan tekanan pada aliran tersebut.

$$P + \rho g z + \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{tetap}$$

- dengan, - v: Kecepatan fluida (m/s)
- g : Percepatan gravitasi bumi (m/s²)
- z : Ketinggian relatif (m)
- P : Tekanan fluida (Pa)

Persamaan di atas, disebut dengan persamaan *Bernoulli* yang digunakan untuk perhitungan aliran fluida ideal atau tanpa gesekan dan tak mampu mampat atau *incompressible*. Jika persamaan tersebut dikalikan dengan volum jenis (*Specific Volume*) dari

suatu fluida atau zat, maka persamaan *Bernoulli* akan menjadi:

$$\frac{P_1}{\rho} + g z_1 + \frac{1}{2} v_1^2 = \frac{P_2}{\rho} + g z_2 + \frac{1}{2} v_2^2$$

Selanjutnya, persamaan tersebut kembali dikalikan dengan percepatan gravitasi (1/g), maka bentuk persamaan *Bernoulli* menjadi:

$$\frac{P_1}{\gamma} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\gamma} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g}$$

i. *Head Loss*

Head loss adalah kehilangan energi mekanik persatuan massa fluida. Sehingga satuan *head loss* adalah satuan panjang yang setara dengan satu satuan energi yang dibutuhkan untuk memindahkan satu satuan massa fluida setinggi satu satuan panjang yang bersesuaian.

Head loss dapat digolongkan menjadi 2 yaitu: *Head loss* mayor dan *Head loss* minor. Kerugian mayor disebut juga kehilangan energi primer atau kehilangan energi akibat gesekan. Sedangkan Kerugian minor disebut kehilangan energi sekunder atau kehilangan energi akibat perubahan penampang dan aksesoris lainnya. Misalnya terjadi pada pembesaran penampang (*expansion*), pengecilan penampang (*contraction*), dan belokan atau tikungan

Head total pompa yang harus disediakan untuk mengalirkan sejumlah air seperti yang direncanakan, dapat ditentukan dari kondisi pompa. *Head* total pompa dapat ditulis sebagai berikut:

$$H_{\text{Pump}} = \frac{\Delta P}{\gamma} + h_L + z + \frac{(v_2^2 - v_1^2)}{2g}$$

- dengan,
- H_{Pump} : *Head* total pompa (m)
- z : Perbedaan ketinggian antar titik isap dan titik keluar (m)
- ΔP : Perbedaan tekanan statik (m)
- γ : Berat jenis air per satuan volume (N/m³)
- h_L : Kerugian aliran total dimana [h_L = h_{LMY} + h_{LM}]
- v₂ : Kecepatan di titik isap (m/s)
- v₁ : Kecepatan di titik keluar (m/s)

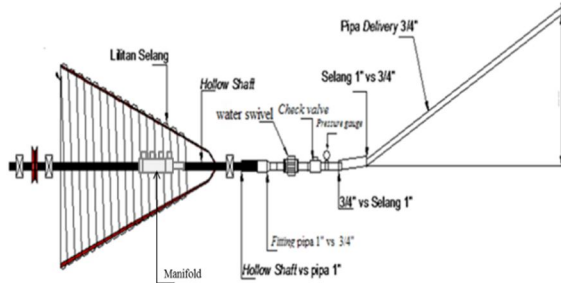
3. Metodologi Penelitian

Dalam pengujian ini bahan yang digunakan adalah air. Air dialirkan *sling pump* melalui selang plastik ukuran 3/4'' menuju bak penampung dengan variasi jumlah lilitan selang plastik yaitu 10, 12, 14, dan 16. *Sling pump* ini menggunakan 1 inlet dengan kondisi pencelupan *sling pump* 80% di dalam air dan kecepatan putaran konstan 40 rpm.

3.1. Alat Penelitian

Sling pump di putar oleh motor listrik sehingga air masuk ke dalam lilitan selang. Kemudian air akan mengalir masuk ke sisi inlet pada

manifold segaris, lalu air mengalir ke pipa *hollow shaft* menuju pipa *delivery* dengan kecepatan aliran air dan tekanan yang berbeda. Air yang mengalir dari pipa *delivery* akan mengalir keluar lalu di tampung dengan bak penampungan pada ketinggian 2 meter.



Gambar 3.1. Skema Alat

3.2. Peralatan Uji

a. Motor listrik

Spesifikasi Motor listrik:

- Merek SEM
- Motor listrik 1 fase
- Speed = 1400 rpm
- Voltage = 220 / 380 V
- Type = YC 112M - 4
- Out put = 3 Hp
- Current = 17.8 A

b. Gear reducer untuk mengubah putaran cepat ke putaran rendah, perbandingan putarannya adalah 1:20.

Spesifikasi:

- Merek HC *speed reducer* made in china
- Model = WPA
- Ratio = 1:20

c. Rangka *sling pump* tempat melilitkan selang plastik

Spesifikasi:

- Panjang rangka *sling pump* = 50 cm
- Diameter besar (D1) rangka *sling pump* = 40 cm
- Diameter besar (D1) rangka *sling pump* = 13,2 cm

d. Selang yang digunakan pada penelitian ini adalah 3/4". Yang dimana selang berfungsi untuk mengalirkan air yang di mampatkan.

Spesifikasi:

- Merek = San – San *Reinforced hose*
- Jenis selang = *Polymer elastic*
- Panjang selang = 17 meter
- Diameter selang 3/4" = 1,75 cm

e. Pipa *delivery* untuk mengalirkan air dari selang pada *sling pump* menuju ke bak penampung.

Spesifikasi:

- Bahan = Pvc
- Diameter pipa = 3/4" inch
- Panjang pipa *delivery* = 6 meter

f. *Pressure gauge* berfungsi untuk mengetahui tekanan air.

Spesifikasi:

- Maksimal tekanan = 2,5 Bar

g. *Tower* untuk meletakkan bak penampung air hasil pemampatan, tinggi tower ini 3 meter dari permukaan tanah.

Spesifikasi:

- Tinggi tower = 3 meter
- Material bahan = Besi siku berlubang
- Tebal = 3 mm

h. Gelas ukur berfungsi untuk mengetahui debit air yang dihasilkan *sling pump*.

Spesifikasi:

- Kapasitas maksimum = 1 liter
- Bahan = Plastik

i. *Water Swivel Joint* sebagai pengubah gerak putar *sling pump* menjadi diam.

Spesifikasi:

- Ukuran diameter dalam = 3/4 inchi
- Bahan = PVC

j. *Check valve* yaitu untuk mencegah adanya aliran balik (*back flow*).

Spesifikasi:

- Ukuran *check valve* = 3/4 inchi
- Bahan = Kuningan

k. Corong *inlet* berfungsi sebagai corong utama masuknya air saat *sling pump* berputar.

Spesifikasi:

- Diameter besar (D_o) = 7 cm
- Diameter kecil (D_i) = 2,5 cm
- Tinggi = 15.5 cm

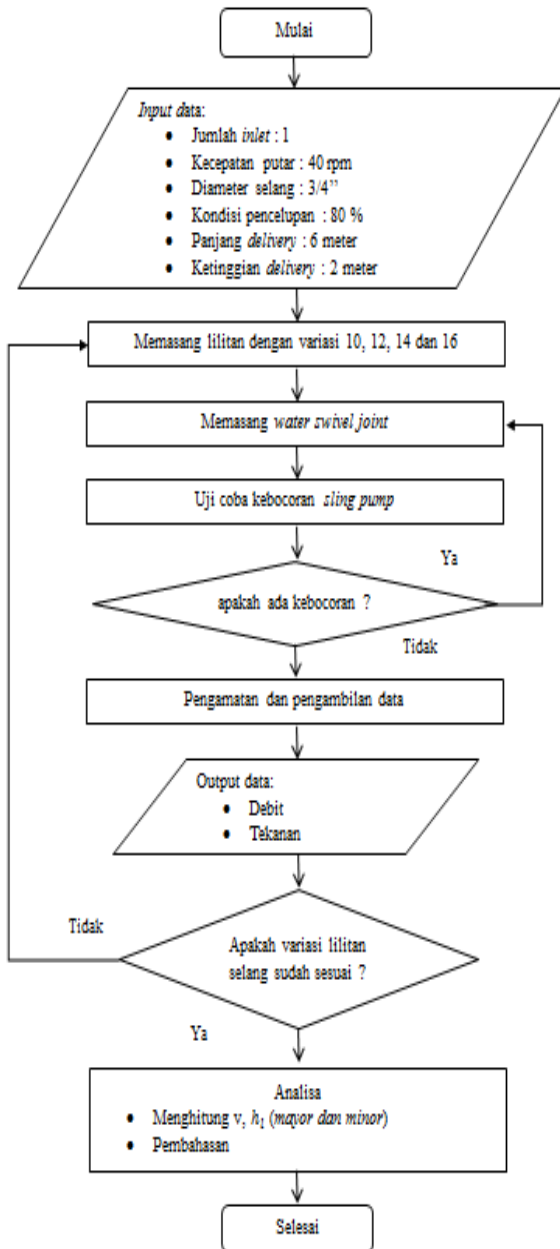
l. *Tachometer* adalah alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan pada suatu poros.

Spesifikasi:

- Merek = *smart sensor digital tachometer Ar-925*
- Range = 0,5 – 19999 rpm

m. *Stop watch* untuk mengukur waktu selama pengujian

3.3. Diagram alir penelitian



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Debit air

Penelitian *Sling pump* jenis kerucut variasi jumlah lilitan selang dilakukan untuk membandingkan pengaruh pengantian *water mur* dengan *water swivel* dengan menggunakan presentase pengecelupan 80% dan putaran 40 rpm. Berikut Data hasil disajikan seperti pada Tabel 4.1. berikut

Tabel 4.1. Pengaruh jumlah lilitan selang terhadap debit air

Jumlah Lilitan	Tekanan Indikator (bar)	Debit (Q) (Liter/Menit)	Debit rata-rata (Q) (Liter/Menit)
10	0,2	6,7	6,46
	0,2	6,4	
	0,2	6,3	
12	0,2	6,3	6,73
	0,2	7	
	0,2	6,9	
14	0,2	7	7,13
	0,2	7,1	
	0,2	7,3	
16	0,2	7,3	7,53
	0,2	7,5	
	0,2	7,8	

Kecepatan aliran air pada *sling pump* variasi jumlah lilitan selang dengan kondisi *sling pump* tercelup 80% di dalam air dan kecepatan 40 Rpm. Dengan menggunakan langkah yang sama seperti diatas, hasil perhitungan untuk jumlah inlet lainnya disajikan dalam tabel 4.2:

4.2. Tabel kecepatan Aliran

Jumlah Lilitan	Kecepatan Aliran (m/s)					
	Pipa Delivery	Selang 1"	Pipa 3/4"	Pipa 1"	Pipa Hollow shaft	Selang 3/4
10	0,28	0,21	0,27	0,16	0,55	0,40
12	0,29	0,22	0,29	0,17	0,59	0,43
14	0,31	0,23	0,30	0,18	0,62	0,45
16	0,32	0,24	0,31	0,19	0,66	0,48

Head loss mayor pada *Sling Pump* variasi jumlah lilitan selang dengan menggunakan kecepatan putar 40 rpm dengan kondisi *sling pump* tercelup 80% di dalam air. Dengan menggunakan langkah yang sama seperti di atas, hasil perhitungan untuk jumlah inlet lainnya disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 4.3 *Head loss mayor* pada variasi jumlah lilitan pada kecepatan putar 40 rpm dengan kondisi *sling pump* tercelup 80% di dalam air.

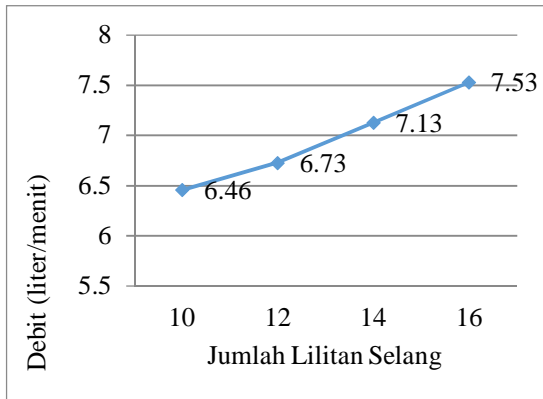
Jumlah Lilitan	<i>Head Loss Mayor (h_i) (m)</i>				Σ <i>Head loss Mayor</i>
	Pipa Hollow Shaft	Pipa 1"	Pipa 3/4"	Pipa Delivery	
10	0,0053	0,000137	0,00242	0,0368	0,0446
12	0,0060	0,000152	0,00274	0,0391	0,0479
14	0,0067	0,000168	0,00290	0,0439	0,0536
16	0,0075	0,000185	0,00307	0,0464	0,0571

Head loss minor pada *Sling pump* variasi jumlah lilitan selang 10, 12, 14, dan 16 dengan kecepatan putar 40 rpm pada kondisi *sling pump* tercelup 80% di dalam air. Dengan menggunakan langkah yang sama seperti di atas, hasil perhitungan untuk jumlah inlet dan kondisi tercelup *sling pump* lainnya disajikan dalam tabel 4.3, berikut :

4.2. Grafik

4.2.1. Debit

Hasil dari penelitian dapat digambarkan dalam grafik debit yang diperoleh berdasarkan variasi jumlah lilitan selang delivery seperti pada gambar di bawah ini:



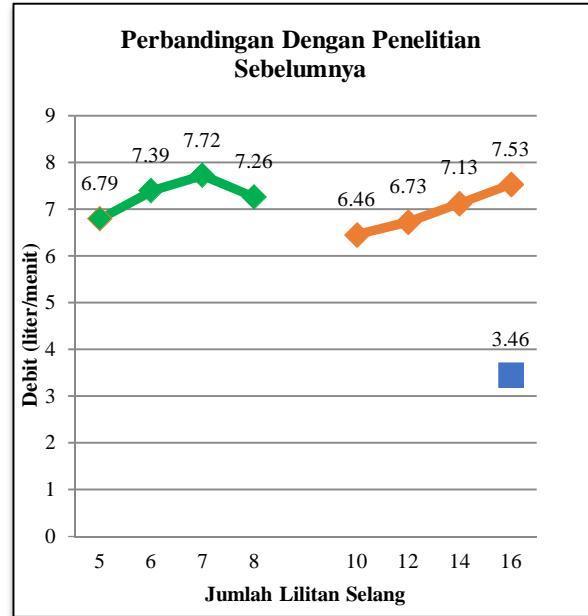
Grafik 4.1. Pengaruh jumlah lilitan selang terhadap debit air

Berdasarkan Gambar 4.2, menunjukan bahwa debit air yang dihasilkan dari tiap lilitan selang plastik cenderung meningkat. Hal ini terjadi karena jumlah udara yang tertahan di dalam lilitan selang lebih besar karena udara bersifat kompresibel. Saat corong *sling pump* berputar, air akan balik ke corong inlet air yang masuk melalui corong inlet yang akan ditekan oleh

udara dan terkompresi, sehingga air akan terdorong menuju penampung melalui pipa delivery.

Persentase kenaikan pada variasi jumlah lilitan selang pada *sling pump* mencapai nilai terbesar yaitu 5,94% yang terjadi pada lilitan 12 ke 14, serta kenaikan terkecil pada variasi jumlah lilitan selang pada *sling pump* dengan nilai 4,17% pada lilitan 10 ke 12.

4.2.1. Grafik perbandingan penelitian *Sling Pump*



Keterangan :



Grafik 4.2. Perbandingan penelitian sling pump

Berdasarkan Gambar 4.3, *sling pump* dengan ketentuan 1 inlet, 16 lilitan selang, 80% pencelupan, kecepatan konstan 40 rpm dan ketinggian 2 meter, menunjukkan hasil debit yang berbeda. Waliyadi (2016) hanya menghasilkan debit 3,46 liter/menit, sedangkan penelitian yang telah dilakukan peneliti menunjukkan hasil debit 7,53 liter/menit. Perbedaan jumlah debit dikarenakan tidak adanya kebocoran pada *water swivel joint*. Sedangkan penelitian yang dilakukan Syamsudin (2015) menunjukkan hasil yang lebih besar meskipun menggunakan jumlah lilitan yang lebih sedikit dan *water mur* sebagai penghubung *sling pump* ke pipa *delivery* mengalami kebocoran, hal ini di karenakan motor yang di gunakan pada penelitian Syamsudin (2015) merupakan motor 3 fase yang memiliki daya yang lebih besar.

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian *sling pump* variasi jumlah lilitan selang dengan menggunakan kecepatan 40 rpm dan kondisi pengecelupan 80% didalam air, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a. Debit air maksimal yang dihasilkan oleh *sling pump* dengan variasi jumlah lilitan berada pada lilitan 16 yaitu sebesar 7,53 liter/menit.
- b. Untuk kenaikan debit terbesar terjadi pada lilitan 12 ke lilitan 14 yaitu 5,94%. Berdasarkan penelitian diketahui bahwa semakin banyak jumlah lilitan selang semakin bertambah pula debit yang dihasilkan.
- c. Berdasarkan hasil perbandingan penelitian *sling pump* dengan ketentuan 1 inlet, 16 lilitan selang, 80% pencelupan, kecepatan konstan 40 rpm dan ketinggian 2 meter, menunjukkan hasil debit yang berbeda. Waliyadi (2010) hanya menghasilkan debit 3,46 liter/menit, sedangkan penelitian yang telah dilakukan peneliti menunjukkan hasil debit 7,53 liter/menit. Perbedaan jumlah debit dikarenakan tidak adanya kebocoran pada *water swivel joint*.

5.2. Saran

Penelitian yang dilakukan masih terdapat kekurangan yang perlu diperbaiki kembali, oleh karena itu saran untuk pengembangan selanjutnya adalah sebagai berikut:

- a. Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut pada unjuk kerja *sling pump* jenis kerucut skala lapangan dengan jumlah lilitan 16 lilitan.
- b. Untuk penelitian lebih lanjut sebaiknya kebocoran pada tabung penampung air *sling pump* lebih dapat diminimalisir. Agar setiap pengujian tidak terlalu mengisi air terus menerus pada tabung *sling pump* tersebut.
- c. Untuk penelitian lebih lanjut agar ukuran diameter selang pada *sling pump* di perbesar.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim., 2010. *Water swivel joint*, www.diedrichdrill.com, diakses tanggal 2/8/2016.

Cliford, G. E., 1984, "*Heating ventilating and air conditioning*", Reston Publinsing company, America.

Hasbullah, R.H., 2010, "*Studi pengaruh variasi jumlah lilitan selang plastic dan kecepatan putar terhadap unjuk kerja sling pump jenis kerucut skala laboratorium*", UMY, Yogyakarta.

Hoffman, R.D., 2002. *Sling pump*, www.riferam.com, diakses tanggal 15/4/2016.

Kurniawan D. E. 2015, "*Kajian Eksperimental Pengaruh Variasi Kecepatan Putar Sling Pump Jenis Kerucut Dan Kondisi Pencelupan Terhadap Unjuk Kerjanya*", UMY, Yogyakarta.

Munson, B. R., Young, D. F., Okiishi, T. H., 2003. "*Mekanika Fluida*", Edisi ke-4, Jilid 1, Erlangga, Jakarta.

Olson, R.M., Wright, S. J., 1990. "*Dasar-Dasar Mekanika Fluida Teknik*", Edisi Kelima, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Rorres, C., 2000. *The turn of the srew: optimal disign of an archimedes srew*, [www. Cs. Drexel.edu](http://www.Cs.Drexel.edu), diakses tanggal 15/6/2016.

Robert, W.F., dan Alan T.P., 2003, "*Introduction to Fluid Mechanics*".ISBN 0-471-20231-2. Hachette Filipacchi Media U.S.Inc.

Streeter, V.L., dan Wylie, E. B., 1985, "*Mekanika Fluida*", Edisi delapan jilid satu, Erlangga, Jakarta.

Syamsuddin, 2015, "*Studi Eksperimental Unjuk Kerja Sling Pump Jenis Kerucut dengan Variasi Jumlah Lilitan Selang Plastik dan Presentase Pencelupan*", UMY, Yogyakarta.

Sularso, dan Tahara, H., 2000. "*Pompa dan Kompresor*", Cetakan ke-7, Pradnya Paramita, Jakarta.

Triatmodjo, B, 1991. "*Mekanika Fluida dan Hidraulika*". Jilid 1, UGM, Yogyakarta.

Waliyadi, T., 2016. "*Investigasi unjuk kerja sling pump tipe kerucut dengan variasi ketinggian delivery dan presentase pengecelupan*", UMY, Yogyakarta.

White, F.M., 1998. "*Fluida Mechanics*". 4th ed, Mc. Graw-Hill, New York.