

# Analisa Pengaruh Variasi Diameter Pipa Tekan Pvc Pada Pompa Aksial Untuk Kecepatan Gaya Dorong Air

Rega Yuan Pradhana, Edi Widodo

Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Article history: Recieved 23/05/2017 Revised 12/06/2017 Accepted : 25/06/2017

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh ukuran pipa PVC pompa aksial terhadap kecepatan daya dorong air. Ukuran pipa PVC yang digunakan dengan variasi ( 1,1/2", 1", 3/4", 1/2" inchi). Langkah-langkah penelitian pada pompa yang dirangkai dimulai dari Perencanaan instalasi pipa PVC, pemasangan instalasi pipa PVC, pengumpulan data, setelah data diperoleh maka tahapan selanjutnya menganalisa data dan menghitung apakah ada pengaruh dari berbagai ukuran pipa PVC terhadap kecepatan gaya dorong air. Di dalam proses pengaliran di dalam pipa terdapat kerugian pada tekanan pompa tersebut yang sering disebut *head losses*, perhitungan manual aliran ( *head losses* ) meliputi perhitungan luas penampang, perhitungan kecepatan aliran, perhitungan bilangan Reynold dan perhitungan *koef. Losses*. Setelah mengetahui semua hasil perhitungan tersebut akan didapat hasil dari penelitian ini kemudian pembahasan dan kesimpulan.

**Kata kunci:** Diameter Pipa PVC, Pompa Aksial, Gaya Dorong Air.

## ABSTRACT

*This research is aimed to analyze the effects of the PVC rotary pipe's diameter to the velocity of the viscous forces. The diameter of the PVC rotary pipe used in this research are (1 1/2", 1", 3/4", 1/2" inch). The procedure of this reasearch is begin with designing the pipe's installation, then continued with the pipe installation, then continued with data recording. After the data is collected from the experiment, analyzing the data is needed. Also, calculate if there's any effects of the velocity of the viscous forces due to the changing of the dependent variables (which is the diameter of the PVC rotary pipe). In the process of the fluid conduction inside the pipe, head losses are usually happened. The manual calculation needed to complete the research are, surface area calculation, fluid velocity calculation, reynold number calculation and coeff. Losses calculation. After all of the calculation are collected, the result of the research will be obtained. After that, discussion and conclusion can be produced.*

**Keywords :** PVC Diameter Pipe, Rotary Pump, Water Pressure.



**Edi Widodo, ST, MT,** Lahir di Semarang, pada tanggal 4 Juni 1980. Telah menamatkan program sarjana di Universitas Brawijaya Malang pada tahun 1999, Tahun 2007 mendapat kesempatan melanjutkan studi Magister pada Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, pada Fakultas Teknologi Kelautan dan diwisuda pada tahun 2009 dengan penelitian pada Teknologi Transportasi bidang pengembangan pembangunan pelabuhan perikanan. Penulis aktif dalam kegiatan penelitian dalam bidang elektroplating dan kajian korosi.

## PENDAHULUAN

Pompa aksial adalah termasuk pompa perpindahan positif yang komponen pemompanya berputar (aksial), seperti lobe, roda gigi, ulir, vanes, roller. Cara kerjanya yaitu menghisap zat cair pada sisi isap, zat cair masuk ke celah atau ruangan tekan diantara komponen pemompaan, kemudian ditekan sehingga celah semakin kecil selanjutnya zat cair dikeluarkan melalui sisi buang. Turunnya performansi pompa secara tiba-tiba dan ketidakstabilan dalam operasi akan menjadi masalah, indikasi penyebab turunnya performansi

\*Corresponding author.

E-mail address: [Regayuan@gmail.com](mailto:Regayuan@gmail.com)

Peer reviewed under responsibility of Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

© 2017 Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, All right reserved, This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

pompa adalah salah satunya disebabkan oleh kavitasi (*cavitation*)(1) masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah mencari tahu apakah ada pengaruh pada ukuran pipa PVC pompa aksial terhadap kecepatan daya dorong air, ada pun penelitian ini membahas tentang ukuran pipa PVC dengan berbagai variasi diameter ( 1 1/2", 1", 3/4", 1/2" ) membahas daya dorong pompa aksial pada pipa PVC dan membahas tentang kecepatan tekanan air di setiap variasi diameter pipa PVC namun penelitian ini tidak membahas tentang komponen pompa aksial pada permesinan. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pada ukuran pipa PVC yang dibutuhkan pompa aksial untuk kecepatan daya dorong air, mengetahui daya dorong pada pompa aksial yang diuji dan untuk mengetahui nilai kecepatan daya tekan air pada pipa PVC yang telah ditentukan. Adapun manfaat penelitian ini untuk mengetahui tentang ukuran pipa PVC pada penggunaan pompa aksial, mengetahui kecepatan air yang keluar dengan berbagai ukuran pipa PVC dan mengetahui daya dorong pompa aksial.

**METODE**

**Regresi**

Regresi dalam pengertian moderen menurut (4) dalam jurnal (5) ialah sebagai kajian terhadap ketergantungan satu variabel, yaitu variabel tergantug terhadap satu atau lebih variabel lainnya atau yang disebut sebagai variabel – variabel eksplanatori dengan tujuan untuk membuat estimasi dan / atau memprediksi rata – rata populasi atau nilai rata-rata variabel tergantug dalam kaitannya dengan nilai – nilai yang sudah diketahui dari variabel eksplanatorinya.Sedang menurut (6)dalam jurnal(5), regresi digunakan untuk menentukan sifat – sifat dan kekuatan hubungan antara dua variabel serta memprediksi nilai dari suatu variabel yang belum diketahui dengan didasarkan pada observasi masa lalu terhadap variabel tersebut dan variabel-variabel lainnya. Karena Levin & Rubin dalam mendefinisikan regresi juga menggunakan istilah “analisis korelasi”, maka sebaiknya dalam bagian ini penulis perlu menjelaskan perbedaan antara regresi dan korelasi. Menurut (4)dalam jurnal (5)analisis korelasi bertujuan untuk mengukur kekuatan (strength) atau tingkatan (degree) hubungan linier (*linear association*) antara dua variabel.

Pipa PVC yang digunakan dengan variasi ( 1,1/2', 1', 3/4',1/2'' inchi).Langkah-langkah penelitian pada pompa yang dirangkai dimulai dari Perencanaan instalasi pipa PVC, pemasangan instalasi pipa PVC, pengumpulan data, pengolahan data, pembahasan kemudian kesimpulan. Analisis data yang dilakukan menggunakan perangkat lunak *SPSS For Windows 20*.

**Aliran Fluida dalam Pipa**

Di dalam proses pengaliran di dalam pipa terdapat kerugian pada tekanan pompa tersebut yang sering disebut *head losses*. Jenis aliran pada pipa tersebut Jenis aliran pada pipa tersebut merupakan jenis turbulen, karena nilai bilangan *Reynold* (2)dalam jurnal (3). Terdapat bebrapa aliran fiuida dalam pipa yaitu aliran mantap dan aliran pada pipa lurus. Pada aliran pipa lurus diklarifikasikan menjadi aliran laminar dan turbulen. Untuk menentukan apakan suatu aliran itu laminar atau turbulen dapat dipakai bilangan *Reynold*

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu} \tag{1}$$

Dimana:

Re = bilangan reynold

V = kecepatan rata-rata aliran dalam pipa ( m/s )

D = diameter dalam pipa (m)

ν = Kekentalan kinetik (m<sup>2</sup>/s)

Tabel 1. Angka bilangan Reynold

Nilai Reynold	Sifat Aliran
< 2000	Aliran Bersifat Laminar
> 4000	Aliran Bersifat Turbulen

**Head Losses**

Tinggi tekan adalah ketinggian pada kolom fluida naik untuk memperoleh jumlah energi yang sama dengan yang dikandung satu satuan bobot fluida pada kondisi sama. Kerugian tekan adalah salah satu kerugian yang tidak dapat dihindari pada suatu aliran fluida yang berupa berkurangnya tekanan pada suatu aliran, sehingga menyebabkan kecepatan aliran mengecil. Salah satu kerugian yang sering terjadi dan tidak dapat diabaikan pada aliran air yang menggunakan pipa adalah kerugian tekan akibat gesekan dan perubahan penampang atau pada belokan pipa yang mengganggu aliran normal. Hal ini menyebabkan aliran air semakin lemah dan mengecil.(7)dalam jurnal (3)Head Losses didapat dengan menggunakan rumus

$$hl = f \frac{LV^2}{D2g} \tag{2}$$

dimana:

D = diameter pipa ( m )

V = kecepatan rata-rata aliran dalam pipa (m/s)

L = Panjang Pipa ( m )

g = percepatan gravitasi ( 9,81 m/s<sup>2</sup>)

**Koefisien Losses**

Dalam suatu aliran yang melewati sistem atau instalasi pipa maka terjadi suatu hambatan aliran. Hambatan tersebut disebabkan oleh faktor-faktor bentuk instalasi.

Hambatan tersebut dapat menyebabkan turunnya energi dari fluida yang sering disebut dengan kerugian tekanan (head loss) atau penurunan tekanan (pressure drop) yang disebabkan oleh pengaruh gesekan fluida (*friction losses*) dan perubahan pola aliran. Pada kondisi aliran laminar, hambatan gesek tersebut hanya dipengaruhi oleh kekentalan fluida. Namun, pada aliran turbulen hambatan tersebut dipengaruhi oleh kekentalan fluida dan kekasaran permukaan pipa. Pengaruh kekasaran permukaan pipa diteliti secara luas pertama kali oleh Nikuradse. Hasil dari percobaannya menunjukkan bahwa kekasaran permukaan sangat mempengaruhi aliran pada bilangan Reynold tinggi, nilai koefisien gesek tergantung pada bilangan Reynold. Von Karman menurunkan rumus untuk aliran turbulen dengan memasukkan kekasaran permukaan. Hasil dari penurunan rumus tersebut adalah:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 1.14 + 2 \log \frac{D}{e} \quad (3)$$

Persamaan Blasius juga menggambarkan nilai koefisien gesek untuk aliran turbulen yaitu:

$$f = 0.3164 Re^{-\frac{1}{4}} \quad (4)$$

(Lewis F. Moody 1880-1953) dalam jurnal (8) mengembangkan hasil percobaan Nikurades ke dalam bentuk model matematika dan berhasil memplot sebuah grafik hubungan koefisien gesek dengan bilangan Reynold pada aliran turbulen dengan variasi kekerasan permukaan.

### Bahan dan Peralatan

Dalam penelitian ini adapun bahan dan peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut :

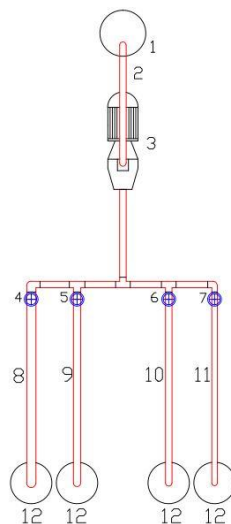
1. Pompa rotary

2. Pipa PVC dengan variasi diameter 1 ½”, 1”, ¾” dan ½”
3. Knee
4. Gergaji pipa
5. Meteran
6. Kunci pipa
7. Lem pipa
8. *Stopwatch*
9. Gelas ukur kaca
10. Stop kran
11. Tee
12. Sok
13. Water union
14. Bak penampung air

Setelah menyiapkan alat dan bahan tahapan yang dimulai dengan pembuatan instalasi pompa, pengujian kecepatan aliran fluida air, pengukuran debit aliran air hingga perhitungan daya dorong yang dapat mengeluarkan air dengan cepat.

Cara kerja :

1. Menyediakan alat dan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian
2. Memasang pompa rotary yang digunakan
3. Memasang pipa pvc untuk mengetahui daya dorong air
4. Menyalakan pompa yang disiapkan
5. Memulai penelitian dengan perbandingan pipa pvc dengan ukuran yang bermacam – macam dengan membuka tutup kran.
6. Pengambilan data dan pengolahan data yang dibutuhkan



Gambar 1. Rancangan penelitian

Keterangan gambar:

- |                      |                       |
|----------------------|-----------------------|
| 1. Bak Penampung air | 7. Kran 4             |
| 2. Pipahisap ¾”      | 8. Pipa 1.1/2 “       |
| 3. Pompa shimizu     | 9. Pipa 1”            |
| 4. Kran 1            | 10. Pipa ¾ “          |
| 5. Kran 2            | 11. Pipa ½ “          |
| 6. Kran 3            | 12. Bak penampung air |

**HASIL**

Terlihat rata-rata Data waktu yang dibutuhkan untuk memindahkan 5 liter air dari bak A ke bak B pipa tekan PVC pada pompa aksial dengan diameter  $\frac{1}{2}$  adalah

10,361 s, diameter  $\frac{3}{4}$  adalah 10,695 s, diameter  $1''$  adalah 10,944 s, dan diameter  $1\frac{1}{2}''$  adalah 19,931 s. Kemudian dari rata-rata yang didapat dilanjutkan dengan analisis regresi menggunakan SPSS 20.

**A. Korelasi**

Tabel 2. Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0,990 <sup>a</sup>	0,980	0,970	0,116739

- a. Predictors: (Constant), X1
- b. Dependent Variable: Y1

**B. Regresi**

Tabel 3. Anova<sup>a</sup>

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1,343	1	1,343	98,532	0,010 <sup>b</sup>
	Residual	0,027	2	0,014		
	Total	1,370	3			

- a. Dependent Variable: Y1
- b. Predictors: (Constant), X1

**C. Uji Hipotesis**

Tabel 4. Coefficients<sup>a</sup>

Mode		Unstandardized Coefficients		Standardized	t	Sig.
		B	Std. Error	Coefficients		
1	(Constant)	9,514	0,159		59,80	0,000
	X1	1,567	0,158	0,990	1	0,010
					9,926	

- a. Dependent Variable: Y1

Pada tabel *Coefficients*, pada kolom B Constant (a) adalah 9,514, sedangkan nilai (b) 1,567, sehingga regresinya dapat ditulis:

$$Y = a + bX \text{ atau}$$

$$Y = 9,514 + 1,567X$$

**HIPOTESIS :**

- H0 : Tidak ada pengaruh yang nyata (signifikan) variabel X terhadap variabel Y
- H1 : Ada pengaruh yang nyata (signifikan) variabel X terhadap variabel Y

Dapat diketahui dari output di atas nilai t hitung = 9,9426 dengan nilai signifikan  $0,000 < 0,05$ , maka H0 ditolak dan H1 diterima, yang berarti ada pengaruh yang nyata (signifikan) variabel X terhadap variabel Y.

**Perhitungan debit 5 liter air**

Didapat Q (debit) dengan diketahui volume 5 liter yang terlebih dahulu diubah menjadi  $0,005 m^3$  dan untuk mendapatkan debit dihitung dengan menggunakan rumus.

$$V = Q.t \text{ maka } Q = \frac{V}{t} \tag{5}$$

Dimana:

V= Volume ( $m^3$ )  
 Q= Debit ( $m^3/s$ )  
 t= Waktu (s)

Kemudian rata-rata debit 5 Liter yang didapat, dilanjutkan dengan perhitungan manual untuk mengetahui head losse.

**Hasil perhitungan manual aliran (Head Losses)**

**a. Perhitungan luas penampang**

Menghitung kecepatan aliran ( $v$ ) dengan menggunakan rumus  $Q = v.A$ , karena luas penampang belum diketahui maka, dicari luas penampang menggunakan rumus  $A = \pi r^2$  atau  $A = \frac{1}{4}\pi D^2$  (6), dengan D adalah Diameter Pipa 1 inci = 0,0254 m.

**b. Perhitungan kecepatan aliran**

Kecepatan aliran ( $v$ ) digunakan dengan rumus :

$$\text{Dimana : } v = \frac{Q}{A} \tag{6}$$

Q = Debit ( $m^3/s$ )  
 $v$  = kecepatan aliran ( $m/s$ )  
 A = Luas Penampang ( $m^2$ )

**c. Perhitungan bilangan Reynold**

Terdapat beberapa aliran fluida dalam pipa yaitu aliran mantap dan aliran pada pipa lurus. Pada pipa aliran lurus diklasifikasikan menjadi aliran laminar, aliran transisi, dan aliran turbulen.

**d. Perhitungan koefisien losses (f)**

Pada saat menghitung head losses menggunakan aliran turbulen karena semua  $Re > 4000$  yang termasuk aliran turbulen. Dari tabel diatas perhitungan koefisien losses.

$$f = 0.3164 Re^{-\frac{1}{4}} \tag{7}$$

**e. Perhitungan Head Losses**

Head Losses didapat dengan menggunakan rumus

$$hl = f \frac{LV^2}{D2g} \tag{8}$$

dimana:

D = diameter pipa (m)

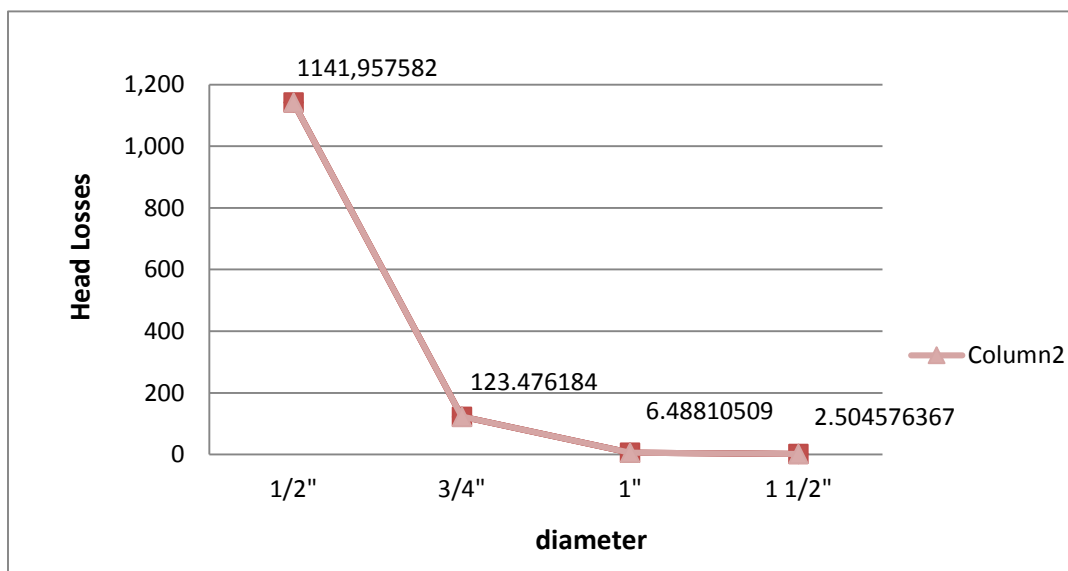
V = kecepatan rata-rata aliran dalam pipa (m/s)

L = Panjang Pipa (m)

g = percepatan gravitasi (9,81 m/s)

Tabel 5. Perhitungan Head Losses

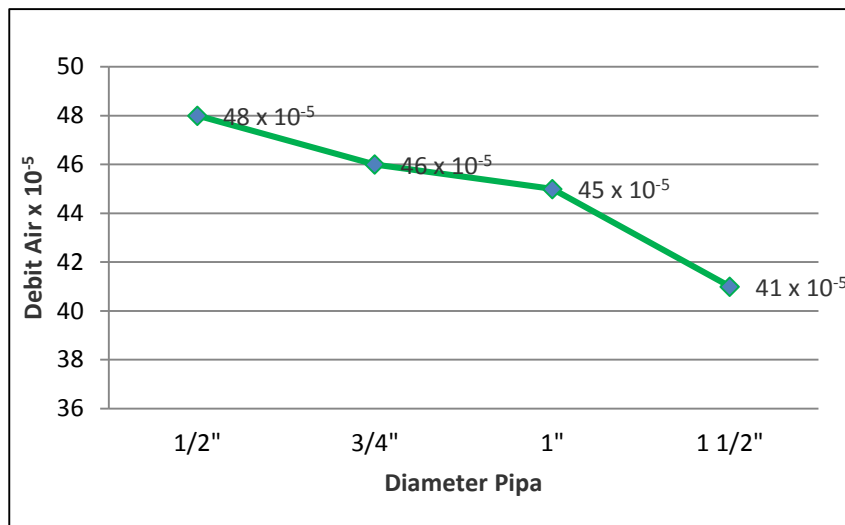
Diameter Pipa	Head Losses	Debit ( $m^3/s$ )	kecepatan aliran ( $m/s$ )	Koef. Losses (f)	Bilangan Reynold
1/2"	1141,957	$48 \times 10^{-5}$	3,791	$20 \times 10^{-3}$	59884,139
3/4"	123,476	$46 \times 10^{-5}$	1,615	$22 \times 10^{-3}$	38259,311
1"	6,488	$45 \times 10^{-5}$	0,889	$24 \times 10^{-3}$	28070,690
1 1/2"	2,504	$41 \times 10^{-5}$	0,359	$28 \times 10^{-3}$	17050,345



Gambar 2. Grafik diameter pipa PVC terhadap head losses

Pada grafik 3 terlihat grafik pengambilan data diameter pipa pvc dengan berbagai ukuran pipa 1/2", 3/4", 1", 1 1/2". Grafik pada gambar 1 menjelaskan nilai tertinggi Head Losses memiliki nilai 1141,957582 dengan diameter pipa 1/2" dan nilai terendah memiliki nilai

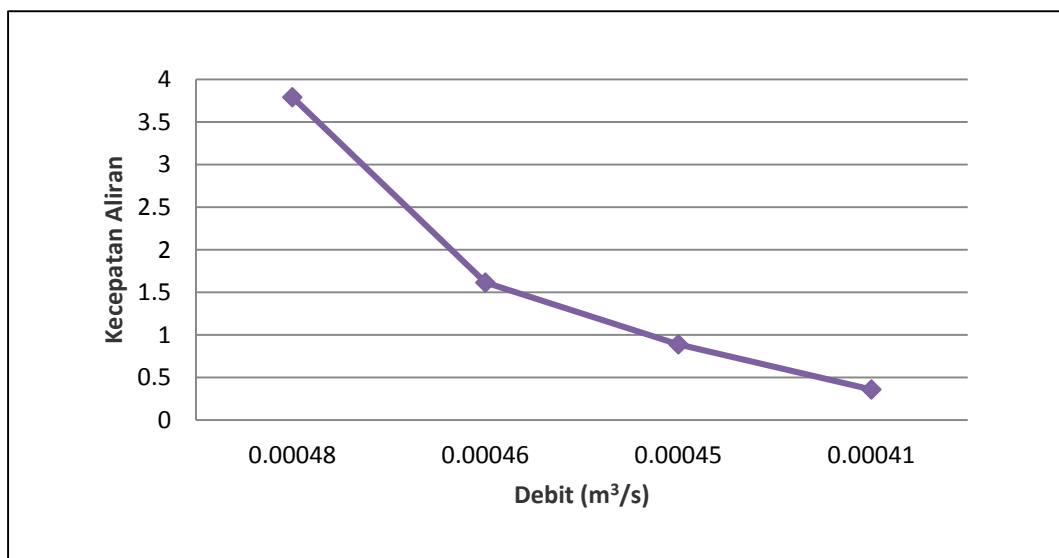
2,504576367 dengan diameter pipa 1 1/2". Pada grafik di atas terlihat makin tinggi nilai Head Losses maka makin tinggi juga gaya dorong air pada pipa. Dan gaya dorong air itu sendiri terdapat pada pipa diameter 1/2".



Gambar 3. Grafik pengaruh diameter pipa PVC terhadap debit air

Gambar 4 menunjukkan bahwa titik tertinggi debit air pada pipa PVC ukuran 1/2" dengan nilai  $48 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$  dan titik terendah debit air pada pipa PVC pada pipa ukuran 1 1/2" dengan nilai  $41 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$ . Grafik 2 menunjukkan bahwa pipa PVC ukuran 1/2" lebih tinggi atau lebih

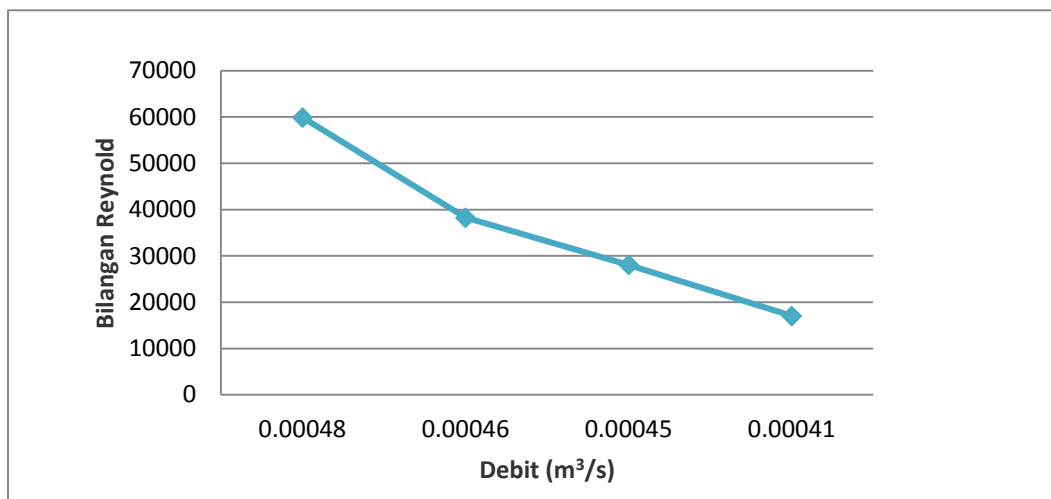
cepat dalam memindahkan air dari bak A ke bak B sedangkan pipa PVC 1 1/2" lebih lambat, ini dikarenakan diameter pipa PVC sangatlah berpengaruh dalam cepat atau lambatnya air tersebut mengalir.



Gambar 4. Grafik pengaruh debit air terhadap kecepatan aliran

Pada gambar 5 perbandingan grafik pengambilan data debit air terhadap kecepatan aliran menjelaskan bahwa semakin kecil ukuran diameter pipa PVC maka nilai debit air akan semakin besar dan sebanding dengan nilai kecepatan aliran semakin kecil ukuran pipa PVC

maka nilai kecepatan aliran tersebut akan semakin besar pula, namun jika semakin besar ukuran diameter pipa PVC maka semakin kecil pula nilai debit air dan nilai kecepatan aliran tersebut.



Gambar 5. Grafik Perbandingan Debit Air Terhadap Bilangan Reynold

Pada gambar 6 perbandingan grafik pengambilan data debit air terhadap bilangan Reynold menjelaskan bahwa semakin kecil ukuran diameter pipa PVC maka nilai debit air akan semakin besar dan sebanding dengan nilai bilangan Reynold semakin kecil ukuran pipa PVC maka nilai bilangan Reynold tersebut akan semakin besar pula, namun jika semakin besar ukuran diameter pipa PVC maka semakin kecil pula nilai debit air dan nilai bilangan Reynold tersebut.

#### KESIMPULAN

Berdasarkan data yang diperoleh pipa yang lebih mempercepat gaya dorong air pada pompa aksial dengan diameter pipa  $\frac{1}{2}$ ". Pada penelitian ini dapat diperoleh data yang menunjukkan bahwa pipa pvc diameter pipa  $\frac{1}{2}$ " dapat mempercepat gaya dorong air pada pompa aksial dengan waktu paling sedikit. Penelitian percepatan gaya dorong air ini yang menggunakan pipa pvc dengan variasi yang berbeda pada pompa aksial dapat menjadi referensi baik untuk penggunaan pipa pvc pada pompa aksial. Semakin kecil ukuran pipa pvc yang diambil maka semakin cepat gaya dorong air yang dihasilkan. Energi dorong yang dihasilkan pada pipa pvc diameter pipa  $\frac{1}{2}$ " pada penelitian ini dapat digunakan untuk menghemat biaya dan waktu yang dibutuhkan untuk mendorong air yang menggunakan pompa aksial sebagai alat penghisap air.

#### REFERENSI

- [1] Siregar, Batara Guru Dewa, *Studi Eksperimental Karakteristik Bubble Sebagai Indikasi Awal Terjadinya Fenomena Kavitasi Dengan Menggunakan Sinyal Vibrasi Pada Pompa Sentrifugal*. 2012, Pompa Sentrifugal, Gelembung, Kavitasi, Pipa Isap, hal. 23.
- [2] Iskandar, Cepi. *Analisa Kerugian Gesekan Pada Pipa Penyalur*. 2006, Pompa Sentrifugal Jenis Demster Dan Perawatan Pompa.
- [3] Heri Kustanto, Wiyono *Penelitian Kerugian Head Pada Instalasi Pompa Dirangkai Secara Paralel Untuk Fluida Air Dan Air Deterjen*. 2013, hal. 95.
- [4] Gujarati, Damodar N. *Dasar-dasar Ekonometrika*. Jakarta : Salemba Empat, 2012.
- [5] Sarwono, Jonathan. *12 Jurus Ampuh SPSS untuk Riset Skripsi*. Jakarta : Elexmedia Komputindo Kompas Gramedia Jakarta, 2013.
- [6] Levin, Richard and David S Rubin. *Statistic For Management*. 7th Edition : Prentice-all International Inc, 1998.
- [7] Bagus Shella A. *Kaji eksperimental Rugi Tekan (Head Losses) Dan Faktor Gesekan Yang Terjadi Pada Pipa Lurus Dan Belokan*. Semarang : UNDIP, 2010.
- [8] Antony, Dachry. *Efek Kekerasan Pipa Terhadap Koefisien Gesek*. 2012, hal. 12.
- [9] Triatmodjo, Bambang. *Pelabuhan*. Yogyakarta : Beta Offset, 1996.