

KAJIAN PENGARUH VARIASI DIAMETER PIPA HISAP PVC PADA SISTEM PERPIPAAN TUNGGAL POMPA SANYO

Oleh :

^{1),2)}Heri Kustanto, ³⁾Joko Yuniarto Prihatin

^{1),2)}(Laboraturium Mesin Fluida, Jurusan Teknik Mesin AT Warga Surakarta)

ABSTRACT

The flow rate current debit represents the main factor in pipe system scheme and pump. The shorter required in the process of filling the maximum water removed, the use of electricity will be more efficient and more economical. The effort which can be done to reach such efficient value is carefully determine the use of diameter size of suck pipe.

The problem discussed in this research is the lost of energy at PVC test diametrical pipe with constant diameter (3/8, 1/2, 3/4, 1, 1 1/3 inch) to the flow rate, where the pipe is installed as variation suck pipe before stepping in to centrifugal pipe which is installed in single construction.

This research uses laboratory experiment study, it is assumed that rough surface of inside pipe and liquid viscosity are equal. The dependent variable is the variety of suck diameter, while the independent variables are the flow rate and the data are collected by doing observation with tables of perception device to get optimal value, so it can be found the maximum flow rate and the minimum lost of energy value.

Analysis result of constant diametrical pipe indicates that the bigger diameter such pipe, the less energy lose (the lifting energy value and the pressing energy value) at the smallest suck diameter 3/8¹ reaches the flow rate 20 m³/mnt and lifting energy lost value Δh 62,233 m, pressing energy lost value Δhp 609.165 N/m². While at the biggest such diameter 1 1/2 reaches the flow rate 22 m³/mnt and lifting energy lost value Δh 0,121 m, pressing energy lost value Δhp 1.182 N/m². As a whole there are differences lost of energy from the result of perception of flowmeter with theorechal los of energy. It is possible that it caused by the appliance sensitivities and perception process during measurement

Keyword : Debit Stream, energy loss, speed of stream.

I. PENDAHULUAN

Listrik merupakan sumber kehidupan manusia, terlebih berkaitan dengan program pemerintah guna pengoptimalkan pemakaian beban listrik sesuai kebutuhan dan pola penghematan pemakaian sudah mulai gencar dicanangkan. Pada penerapan sistem perpipaan industri dan rumah tangga, sebagai salah satu sumber penggerak pompa adalah motor listrik. Akan tetapi sering terjadi ketidak sesuaian terhadap penggunaan daya listrik PLN. Selama ini pada jaringan yang luas membutuhkan pipa yang banyak dan mungkin berbeda diameternya, hal ini tentu memerlukan kecermatan dalam perencanaan dan penelitian terlebih dahulu yaitu dengan penentuan meminimalisir besarnya kehilangan energi pada sistem perpipaan yang akan dipergunakan, sehingga efisiensi penggunaan listrik menjadi sebanding dengan sejumlah debit air yang dipindahkan pompa tersebut.

Pada penelitian berikut ini, dapat diketahui kehilangan energi pada alat - alat instalasi yang dipakai secara teliti sehingga dapat dijadikan suatu pertimbangan alternatif pemakaian dalam pembuatan instalasi pompa dengan karakteristik fluida yang sama. Instalasi pompa tunggal ini berfungsi untuk menaikkan fluida air dari bak air penampung ke pompa, selanjutnya dilakukan pengamatan pada *flowmeter* untuk melihat besarnya debit air yang dipindahkan pada berbagai ukuran diameter pipa isap tersebut. Penelitian kerugian aliran pada instalasi pompa untuk fluida air tersebut penulis susun bertujuan untuk :

- Menganalisa pengaruh diameter pipa hisap terhadap kehilangan energi dan debit aliran yang ditimbulkan pada sistem tersebut.
- Menganalisa kerugian - kerugian tersebut untuk menemukan perbedaan yang terjadi pada Instalasi pompa jika dipasang secara tunggal dengan pemakaian ukuran pipa isap yang beragam.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan dan Peralatan Penelitian

Dalam penelitian ini bahan dan peralatan yang digunakan antara lain :

1. Air
2. Pipa
3. Pompa Sanyo
4. Sambungan Pipa
5. *Flowmeter*
6. *Stop watch*
7. Bak penampung air
8. Kran Air
9. Pipa PVC, dengan variasi diameter (3/8', 1/2', 3/4', 1', 1.1/2'' inchi)

B. Kajian Pustaka

1. Pompa

Pompa adalah suatu alat untuk memindahkan fluida cair dari suatu tempat ke tempat lain dengan perubahan tekanan. Pada instalasi pompa, aliran fluida dapat menimbulkan kerugian head baik akibat gesekan maupun kecepatan aliran, perubahan luas penampang dan lain sebagainya. Kerugian head yang disebabkan aliran disebut pula kerugian minor, yaitu kerugian gesek dan kerugian dalam belokan-belokan, katup-katup serta komponen sistem perpipaan lainnya.

2. Sifat – Sifat Fluida

Terdapat beberapa sifat fluida antara lain :

a. Kerapatan

Besarnya kerapatan adalah $\rho = m/V$ (1)

dimana : ρ = kerapatan massa (kg/m³)

m = massa zat cair (kg)

V = volume (m³)

Hubungan antara kerapatan dan berat jenis adalah :

$$\gamma = \rho \cdot g$$
(2)

dimana : γ = berat jenis (kg/ m²s²)

ρ = kerapatan massa (kg/m³)

g = percepatan gravitasi (m/s²)

Hubungan antara kerapatan dengan volume jenis (v) adalah :

$$v = 1/\rho$$
(3)

b. Kekentalan

Dalam beberapa masalah mengenai gerak zat cair, kekentalan absolute atau dinamik dihubungkan dengan rapat massa dalam bentuk :

$$v = \mu / \rho$$
(4)

dimana : ν_k = Kekentalan kinematik (m²/s)

μ = Kekentalan dinamik (Ns/m²)

ρ = Kerapatan massa (kg/m³)

3. Aliran Fluida dalam Pipa

Terdapat beberapa aliran fluida dalam pipa yaitu aliran mantap dan aliran pada pipa lurus. Pada pipa lurus diklasifikasikan menjadi aliran laminar, aliran transisi dan aliran turbulen. Untuk menentukan apakah suatu aliran itu laminar, transisi atau turbulen dapat dipakai bilangan reynolds :

$$Re = V.D / v \dots\dots\dots(5)$$

dimana : Re = bilangan reinold
V = kecepatan rata – rata aliran dalam pipa (m/s)
D = diameter dalam pipa (m)
v = kekentalan kinetik (m²/s)

Jika Re <2.300, aliran bersifat laminar

Jika Re >4.000, aliran bersifat turbulen

Jika Re = 2.300 – 4000, terdapat daerah transisi dimana aliran dapat bersifat laminar atau turbulen tergantung pada kondisi pipa dan aliran.

4. Debit Aliran

Sejumlah volume zat cair yang dipindahkan dalam satu tempat ke tempat lain pada tiap satuan waktu tertentu. Disamping itu debit merupakan kecepatan air mengalir pada luas tempat yang dilaluinya.

$$Q = V / t = v . A \dots\dots\dots(6)$$

dimana : Q = Debit atau Kapasitas Aliran (m³/mnt)
V = Volume zat cair (m³)
A = Luas penampang (m²)
v = kecepatan aliran (m/sc)
t = waktu (second)

5. Hukum Kontinuitas Aliran

Perbandingan Efektifitas Kapasitas Aliran Masuk dan keluar dalam Sistem Perpipaan Konstan.

$$Q = v_1.A_1 = v_2.A_2 \dots\dots\dots(7)$$

dimana : v_{1,2} = Kecepatan aliran masuk dan keluar pipa (m/s)
A_{1,2} = Kapasitas aliran masuk dan keluar pipa (m²)

6. Faktor Gesekan dalam Pipa

a) Kerugian head gesek dalam pipa

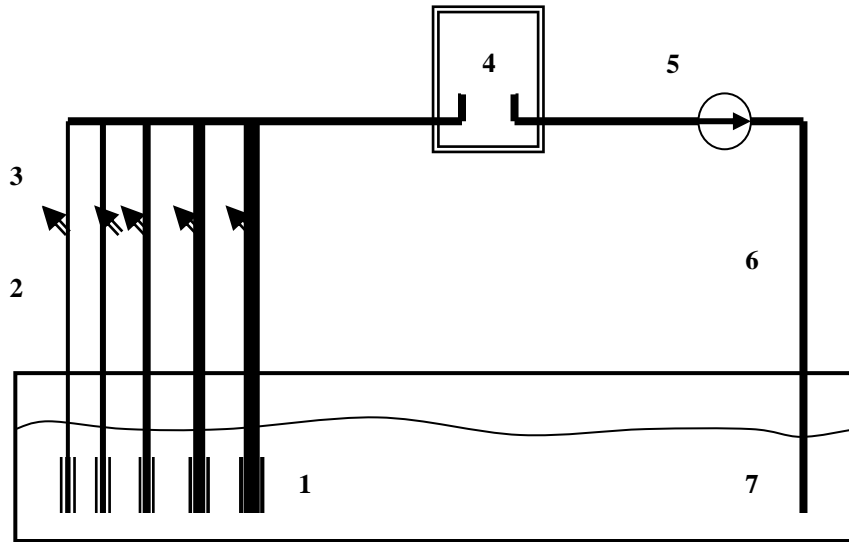
$$hf = \lambda.L.v^2 / D.2 g \dots\dots\dots(8)$$

dimana : Hf = kerugian head gesek (m)
λ = kerugian head gesek (m)
L = panjang pipa (m)
v = kecepatan rata – rata di dalam pipa (m/s)
D = diameter dalam pipa (m)
g = percepatan grafitasi (m/s)

b) Pertimbangan perlambatan aliran dalam pipa dikarenakan tingkat kehalusan pipa yang digunakan (ε/d). Hal ini dipengaruhi material dan besar diameter pipa yang dipergunakan. Selain itu juga dipengaruhi oleh jenis aliran yang mengalir dalam pipa tersebut (Re).

C. METODE

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa tahapan yang dimulai dengan pembuatan instalasi pompa, pengujian kecepatan aliran fluida air, pengukuran debit aliran air hingga perhitungan kehilangan energi. Adapun Instalasi Pompa Tunggal seperti ditunjukkan pada gambar 1.

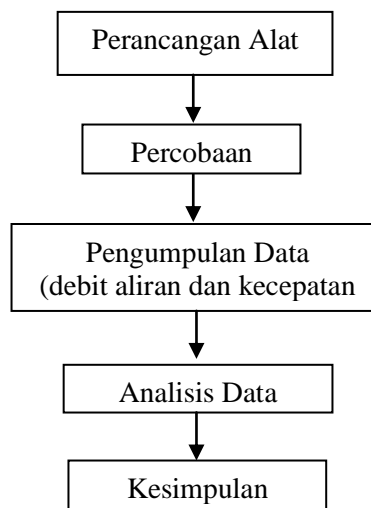


Gambar 1. Instalasi Pompa Tunggal

Keterangan gambar :

- | | |
|---|----------------------|
| 1. Foot Valve 5 buah | 5. Flowmeter |
| 2. Pipa Isap (3/8', 1/2', 3/4', 1', 1.1/2') | 6. Pipa Tekan |
| 3. Kran Air 5 buah | 7. Bak Penampung Air |
| 4. Pompa Sanyo | |
| 5. Flowmeter | |
| 6. Pipa Tekan | |
| 7. Bak Penampung Air | |

Tahapan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut :



Gambar 2. Flowchart Metode Penelitian

III.HASIL DAN PEMBAHASAN

A.Hasil

1. Pengujian Rangkaian Pompa Tunggal

Berikut adalah data debit aliran dan kecepatan aliran hasil eksperimen pada instalansi pompa tunggal dengan variasi diameter pipa isap ditunjukkan pada tabel 1 dan 2, dibawah ini.

Tabel 1. Pengaruh Penggunaan Variasi Ukuran Pipa Hisap Terhadap Debit dan Kecepatan Aliran Air

Panjang Pipa		Diameter Pipa		Debit Aliran			Kec. Aliran (m/detik)
Isap (mm)	Tekan (mm)	Isap (inchi)	Tekan (inchi)	Kapasitas Awal (m ³)	Kapasitas Akhir (m ³)	Selisih debit aliran (m ³ /menit)	
1000	1200	3/8	3/4	140	160	20	4,68
1000	1200	1/2	3/4	340	360	20	2,63
1000	1200	3/4	3/4	550	572	22	1,29
1000	1200	1	3/4	735	757	22	0,72
1000	1200	1.1/2'	3/4	930	952	22	0,46

Tabel 2. Pengaruh Penggunaan Variasi Ukuran Pipa Hisap terhadap Faktor Gesekan dan Kehilangan Energi/Rerugi Head Angkat dan Tekan

Diameter Pipa		Bilangan Reynold	E/d	Faktor Gesekan	Rerugi Head Angkat dan Tekan	
Isap (inchi)	Tekan (inchi)				Δh (m)	Δhp (N/m ²)
3/8	3/4	$3,3 \times 10^4$	0,25	0,53	62,223	609,165
1/2	3/4	$3,3 \times 10^4$	0,19	0,49	13,647	133,601
3/4	3/4	$3,63 \times 10^4$	0,13	0,41	1,819	17,806
1	3/4	$3,63 \times 10^4$	0,09	0,37	0,389	3,813
1.1/2'	3/4	$3,63 \times 10^4$	0,08	0,35	0,121	1,182

2. Data hasil perhitungan rangkaian pompa tunggal

Berikut adalah cara perhitungan debit aliran dan kecepatan aliran pada instalansi pompa tunggal dengan variasi diameter pipa hisap.

Diketahui : Pompa Sanyo Kapasitas = 18 lt/mnt
 Pipa Isap = 3/8', 1/2', 3/4', 1', 1.1/2'' inchi
 Pipa Tekan = 3/4'
 Kekentalan Kinetik = $1,01 \times 10^{-6}$ m²/sc
 ϵ pipa = 0,0024
 ρ air = 9790 N/m³

1. Perhitungan Debit Aliran

$$Q = V \times A = 18 \text{ ltr/mnt} = 18 / 1.000 = 0,18 \text{ m}^3/\text{menit}$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0,018}{\frac{3,14}{4} \times (0,009525)^2} = 4,2135 \text{ m / detik}$$

2. Perhitungan Kontinuitas Aliran

Jika $A_1 = A_2$ dan $Q_1 = Q_2$ sehingga $V_1 = V_2$ karena $V_1 = (A_2/A_1)V_2$

3. Aliran dalam pipa

$$Re = \frac{V \times D}{\nu} = \frac{4,2135 \times 0,009525}{1,01 \times 10^{-6}} = 39.736,23 = 4,0 \times 10^4$$

- $4.0 \times 10^4 > 4000 = \text{Aliran Turbulen}$
4. Nilai Kekasaran Ekuivalen Pipa

$$\frac{\varepsilon}{d} = \frac{0,0024}{0,009525} = 0,25$$
5. Faktor Gesekan (Berdasar Diagram *Moody*)
 $Re = 4.0 \times 10^4$ dan $\varepsilon/d = 0,25$ sehingga didapatkan $f = 0,58$
6. Kerugian Head

$$\Delta h = f \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0,58 \cdot \frac{1}{0,009525} \cdot \frac{(4,2135)^2}{2 \times 9,8} = 55,16 \text{ meter}$$
7. Kerugian Head Tekan
 $\Delta h_p = \rho \times \Delta h = 9790 \times 55,16 = 540.016,4 \text{ N/m}^2$

Berikut ini adalah data hasil perhitungan teoritis pada instalansi pompa tunggal dengan variasi diameter pipa isap ditunjukkan pada tabel 3.

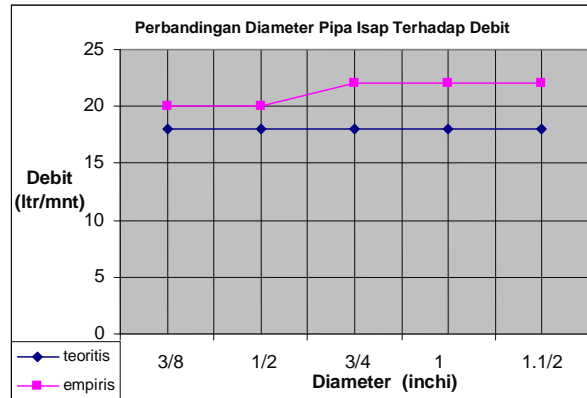
Tabel 3. Perhitungan Pengaruh Penggunaan Variasi Ukuran Pipa Hisap Terhadap Debit dan Kecepatan Aliran Air pada Susunan Pompa Tunggal.

Panjang Pipa		Diameter Pipa		Debit Pompa m ³ /menit	Kecepatan Aliran (m/detik)
Isap mm	Tekan mm	Isap (inchi)	Tekan (inchi)		
1000	1200	3/8	3/4	18	4,2135
1000	1200	1/2	3/4	18	2,369
1000	1200	3/4	3/4	18	1,053
1000	1200	1	3/4	18	0,92
1000	1200	1.1/2	3/4	18	0,379

Tabel 4. Perhitungan Pengaruh Faktor Gesekan dan Kehilangan energi/Rerugi Head Angkat dan Tekan pada Susunan Pompa Tunggal.

Diameter pipa Inchi	Panjang Pipa (mm)		Bilangan Reynold	E/d	Faktor Gesekan	Rerugi Head Angkat dan Tekan	
	Isap	Tekan				Δh (m)	Δh_p (N/m ²)
3/8'	1000	1200	$4,0 \times 10^4$	0,25	0,58	55,160	540,069
1/2'	1000	1200	$3,0 \times 10^4$	0,19	0,49	11,050	108,180
3/4'	1000	1200	$2,0 \times 10^4$	0,13	0,44	1,310	12,825
1'	1000	1200	$1,5 \times 10^4$	0,09	0,42	0,296	2,898
1.1/2'	1000	1200	$1,2 \times 10^4$	0,08	0,4	0,092	901

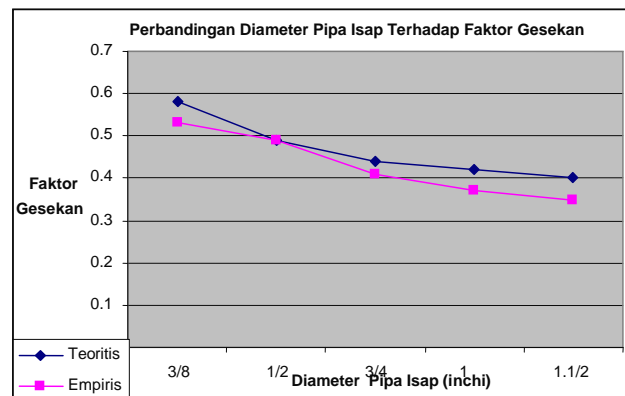
B. Pembahasan



Gambar 3. Perbandingan Diameter Pipa Isap Terhadap Debit Air yang Dihasilkan

Berdasarkan data hasil percobaan (pada tabel 1 dan 2, maupun gambar 3) dapat menunjukkan :

1. Hasil perhitungan teoritis diperoleh debit konstan, hal tersebut dikarenakan parameter utama adalah dipergunakannya spesifikasi kemampuan standar pompa itu sendiri, yaitu pada nilai $18 \text{ m}^3/\text{mnt}$.
2. Dari hasil eksperimen diperoleh debit konstan minimal $20 \text{ m}^3/\text{mnt}$ pada penggunaan diameter pipa hisap $3/8'$ hingga $1/2'$, ini karena ekspansi saluran dari pipa hisap menuju saluran masuk pompa mengalami aliran pembesaran, sedangkan pada penggunaan diameter pipa hisap $3/4'$ mengalami kenaikan debit menjadi $22 \text{ m}^3/\text{mnt}$, ini dikarenakan aliran lurus mengalami kontraksi/ekspansi saluran sehingga dapat mencapai nilai aliran maksimal. Pada penggunaan diameter pipa hisap dengan ukuran yang lebih besar : $3/4'$ hingga $1.1/2'$ juga mengalami debit aliran konstan maksimal $22 \text{ m}^3/\text{mnt}$ karena tekanan pada pipa tersebut menjadi lebih rendah sehingga debit alirannya konstan maksimal.



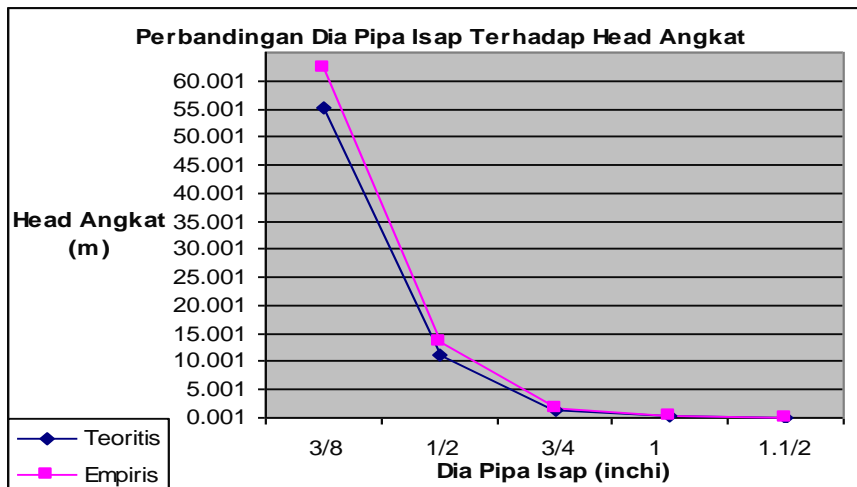
Gambar 4. Perbandingan Penggunaan Diameter Pipa Isap Terhadap Faktor Gesekan dalam Pipa

Berdasarkan data hasil percobaan (pada tabel 2 dan 4, maupun gambar 4) dapat menunjukkan :

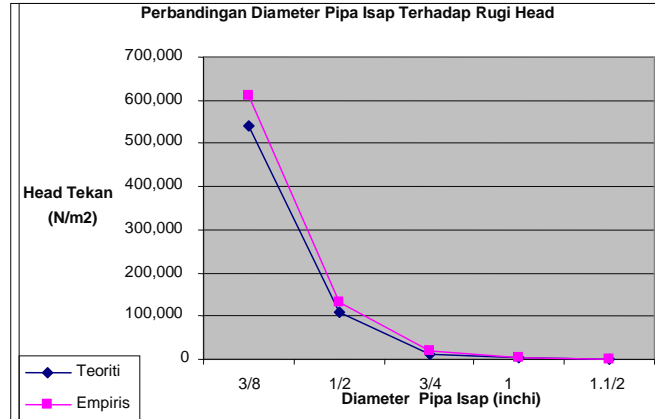
1. Pada perhitungan teoritis mengenai faktor gesekan menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan data hasil eksperimen, hal tersebut dikarenakan penggunaan data debit pompa menggunakan standar pipa.
2. Semakin besar diameter pipa hisap yang digunakan, maka semakin kecil nilai faktor gesekannya. Hal tersebut dikarenakan bahwa semakin besar pipa hisap, maka semakin besar tenaga yang diperlukan untuk mengisi luasan tersebut atau semakin sulit dihisap.
3. Hasil perhitungan teoritis dan hasil eksperimen mengalami kesamaan nilai dan bertemu dalam satu nilai 0,49 (tanpa selisih) pada penggunaan diameter pipa hisap 1/2'. Hal tersebut dikarenakan pada diameter pipa 1/2' mengalami kestabilan tekanan yang mendekati diameter saluran masuk pompa.

Berdasarkan perbandingan nilai rerugi head angkat Δh (m) dan rerugi head tekan Δh_p (N/m²) pada tabel 2 dan 4 seperti ditunjukkan di gambar 5 dan gambar 6 dibawah, dapat menunjukkan hasil sebagai berikut :

1. Pada data eksperimen diketahui kehilangan energy (rugi head angkat dan rugi head tekan) lebih tinggi dibandingkan dengan data hasil perhitungan, hal tersebut dikarenakan kecepatan aliran yang dihasilkan lebih tinggi sehingga akan mempengaruhi kemudahan (kelancaran aliran) dalam pengangkatan aliran air dari sumur ke pompa.
2. Semakin besar diameter pipa hisap yang digunakan, maka semakin kecil nilai rugi head angkatnya dan rerugi head tekannya. Hal tersebut dikarenakan bahwa semakin besar luas penampang pipa, maka tekanannya semakin lebih rendah.



Gambar 5. Perbandingan Variabel Diameter Pipa Hisap Terhadap Rerugi Head Angkat



Gambar 6. Perbandingan Variabel Diameter Pipa Hisap Terhadap Rugi Head Tekan Δh_p (N/m^2) dari tabel 2 dan tabel 4

IV. SIMPULAN

Dari hasil percobaan uji pompa beserta analisa data, dapat ditarik kesimpulan :

1. Semakin besar diameter pipa isap yang dipakai menjadikan debit aliran yang dihasilkan lebih banyak dan akan menurunkan faktor gesekan, sedangkan nilai kehilangan energi/kerugian head angkat dan kerugian head tekan pada aliran pipa tersebut akan mengalami penurunan, begitu sebaliknya. Pada diameter hisap terkecil 3/8' menghasilkan debit $20m^3/mnt$ dan kehilangan energi/kerugian head angkat Δh 62.223m, head tekan Δh_p $609.165N/m^2$. Sedangkan pada diameter hisap terbesar 1.1/2' menghasilkan debit $22m^3/mnt$ dan kehilangan energi/kerugian head angkat Δh 0.121m, head tekan Δh_p $1.182N/m^2$. Untuk lebih efektif dan efisien dalam penerapan sistem rangkaian pipa tunggal tersebut kita pakai diameter pipa hisap 3/4', dikarenakan pada rangkaian pipa hisap tersebut telah dimulai kestabilan debit yang dihasilkan.
2. Terbentuknya aliran yang terhambat pada diameter pipa 3/8' dan 1/2' dikarenakan pengaruh faktor gesekan yang terbentuk dalam pipa hingga berakibat pada kehilangan energi/Rerugi Head Angkat dan Rerugi Head tekan yang berpengaruh kepada hasil debit aliran yang terbentuk. Akan tetapi selama proses pengisapan akan lebih ringan dari pada pemakaian diameter 3/4', 1', dan 1.1/2'.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Frank White.M, 1994, *Mekanika Fluida*, Erlangga, Jakarta.
- [2] Maryono Agus, 2003, *Hidrolika Terapan*, Pradnya Paramita, Jakarta
- [3] Olson Reuben. M, 1993, *Dasar – Dasar Mekanika Fluida Teknik*, Gramedia, Jakarta.
- [4] Sularso; Tahara Huruo, 1987, *Pompa dan Kompresor*, Pradnya Paramita, Jakarta