

Uji Kinerja Pompa Sentrifugal Susunan Paralel terhadap Head dan Kapasitas

Djoko Wahyudi dan Slamet Haryono

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Panca Marga

Jl. Yos Sudarso 107 Pabean Dringu Probolinggo 67271

E-mail: djokowahyudi@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik pompa tunggal dan mengetahui pompa jika dirangkai paralel. Fluida kerja adalah air biasa. Untuk memperoleh variasi debit valve diatur sesuai pengukuran. Dari hasil pengujian karakteristik pompa menggunakan fluida air pada susunan paralel dengan spesifikasi sama diperoleh data sebagai berikut : pada katup terbuka penuh diperoleh kapasitas sebesar 42 liter/menit dan pada katup tertutup penuh diperoleh tekanan sebesar 18 psi. Dari hasil percobaan, disimpulkan bahwa pengoperasian pompa secara paralel diperoleh kapasitas pompa lebih besar dan head total tetap.

Kata kunci : pompa, paralel, head, kapasitas.

ABSTRACT

The aims of this research is to determine the pump characteristics in single and parallel installation so the effect of this installation will be known. The fluid used was water and the variation of flow was adjusted by valve adjustment. The result of this experiment was the pumping capacity of pump in parallel installation reach 42 L/minutes when the valve was in full open condition, when the outlet valve was fully closed the pressure reached was 18 psi. The conclusion of this experiment is the pumping capacity will be higher when operation in parallel installation but the total head is keep constants.

Key words: pump, parallel, head, capacity.

PENDAHULUAN

Pompa adalah jenis mesin fluida yang berfungsi sebagai tempat terjadinya proses konversi energi dari energi mekanik putaran menjadi energi fluida head. Impeler dipasang pada poros pompa yang berhubungan dengan motor penggerak, biasanya motor listrik. Poros pompa akan berputar apabila penggeraknya berputar. Karena poros pompa berputar impeler dengan sudu sudu impeler berputar, zat cair yang ada didalamnya akan ikut berputar sehingga tekanan dan kecepatannya naik dan terlempar dari tengah pompa ke saluran yang berbentuk volut atau spiral kemudian keluar melalui nosel.

Menurut prinsip kerjanya, pompa dapat diklasifikasikan menjadi 2 macam yaitu :

a. Positif Displacement Pump

Merupakan pompa yang menghasilkan kapasitas yang intermiten karena fluida ditekan didalam elemen elemen pompa dengan volume tertentu. Ketika fluida

masuk langsung dipindahkan kesisi buang sehingga tidak ada kebocoran (aliran balik) dari sisi buang kesisi masuk. Kapasitas dari pompa ini kurang lebih berbanding lurus dengan jumlah putaran atau banyaknya gerak bolak balik pada tiap satuan waktu dari poros/engkol yang menggerakkan. Pompa jenis ini menghasilkan head yang tinggi dengan kapasitas yang rendah.

b. Dynamic Pump

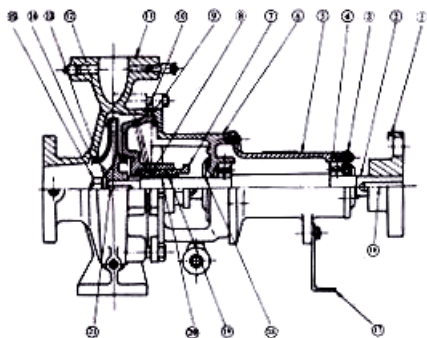
Pompa dinamik terdiri dari satu impeler atau lebih yang dilengkapi dengan sudu-sudu, yang dipasangkan pada poros-poros yang berputar dan menerima energi dari motor penggerak pompa serta diselubungi dengan sebuah rumah (*casing*). Fluida berenergi memasuki impeler secara aksial, kemudian fluida meninggalkan impeler pada kecepatan yang relatif tinggi dan dikumpulkan didalam volute atau suatu seri laluan difuser, setelah fluida dikumpulkan didalam volute atau difuser

terjadi perubahan dari head kecepatan menjadi head tekanan yang diikuti dengan penurunan kecepatan. sesudah proses konversi ini selesai kemudian fluida keluar dari pompa melalui katup *discharge*.

Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal mempunyai konstruksi sedemikian rupa sehingga aliran zat cair yang keluar dari impeler akan melalui sebuah bidang tegak lurus pompa.

Adapun bagian – bagian dari pompa sentrifugal dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 1. Pompa Sentrifugal

Tabel 1. Nama Bagian Pompa Sentrifugal (dari gambar diatas)

NO	NAMA BAGIAN	NO	NAMA BAGIAN
1	Kopling	12	Impeler
2	Poros	13	Cincin
3	Tutup Bantalan	14	Cincin Perapat (Wearing Ring)
4	Bantalan Bola		Mur Impeler
5	Rumah Bantalan	15	Pasak
6	Penyangga	16	Penopang
7	Penekan Paking (gland)	17	Pelempar Zat Cair Bocoran
8	Cincin Lentera	18	Paking Tekan
9	Tutup Rumah	19	Selubung Poros
10	Paking Karet	20	Pasak
11	Rumah	21	

Sistem Perpipaan

Sistem perpipaan dapat ditemukan hampir pada semua jenis industri dari sistem pipa tunggal yang sederhana sampai sistem pipa bercabang yang sangat kompleks. Contoh

berbagai sistem perpipaan adalah sistem distribusi air minum pada gedung dan kota, sistem pengangkutan minyak dari sumur bor ketandon atau ketangki penyimpanan, sistem penyaluran oli, sistem distribusi udara pendingin pada suatu gedung, sistem distribusi uap pada proses pengeringan.

Sistem perpipaan meliputi semua komponen dari lokasi awal sampai dengan tujuan antara lain, saringan, katup atau kran, sambungan, nozel dan sebagainya. Sambungan dapat berupa sambungan penampang tetap, sambungan penampang berubah, belokan atau sambungan bentuk T.

Sistem perpipaan dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu sistem pipa tunggal dan sistem pipa majemuk. Sistem pipa tunggal adalah sistem perpipaan dimana semua komponen pipa terhubung secara seri tanpa adanya cabang sedangkan sistem pipa majemuk adalah gabungan dari sistem perpipaan yang dipasang seri dan paralel disertai dengan cabang perpipaan dan perencanaan sistem perpipaan melibatkan perhitungan head, kapasitas dan efisiensi.

Operasi Sistem Pompa

Kurva head – kapasitas dari pompa menyatakan bahwa kemampuan pompa untuk menentukan head yang besarnya tergantung pada besarnya kapasitas atau laju aliran Q. Dalam operasinya, pompa harus dapat memenuhi head yang diperlukan oleh sistem pipa. Karena itu, disamping kurva head – kapasitas dari pompa perlu diketahui pula kurva head – kapasitas dari sistem.

Neraca Massa

$$M_1 + M_2 = M_{total} \quad \text{dengan} \quad m = \frac{Q}{\rho} \dots\dots\dots \text{kg/j}$$

$$Q_1 + Q_2 = Q_{total}$$

Atau

$$V_1 + V_2 = V_{total} \quad \text{dengan} \quad V = \frac{Q}{A} \quad A = \frac{\pi D^2}{4}$$

Pada persamaan Bernoulli pada fluida riil terdapat empat bentuk energi head yaitu head elevasi, head tekanan, head kecepatan dan head losses, yang apabila dimodifikasi dalam aplikasi pompa pada berbagai instalasi menjadi:

$$\left(z_1 + \frac{P_1}{\rho} + \frac{V_1^2}{2g}\right) + H_{pompa} = \left(z_2 + \frac{P_2}{\rho} + \frac{V_2^2}{2g}\right) + H_{losses}$$

Sehingga

$$H_{pompa} = \left(z_2 + \frac{P_2}{\rho} + \frac{V_2^2}{2g}\right) - \left(z_1 + \frac{P_1}{\rho} + \frac{V_1^2}{2g}\right) + H_{losses}$$

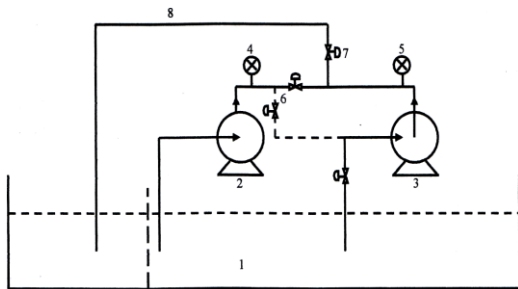
$$H_{pompa} = \left(\Delta z + \Delta \frac{P}{\rho} + \Delta \frac{V^2}{2g}\right) + H_{losses}$$

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa uji kinerja pompa sentrifugal susunan paralel terhadap head dan kapasitas dan memahami hubungan antara head dan kapasitas dari pompa sentrifugal yang disusun secara paralel.

METODE

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Teknik Mesin Universitas Panca Marga.

Instalasi Peralatan Pengujian



Gambar 2. Instalasi Pengujian

Keterangan :

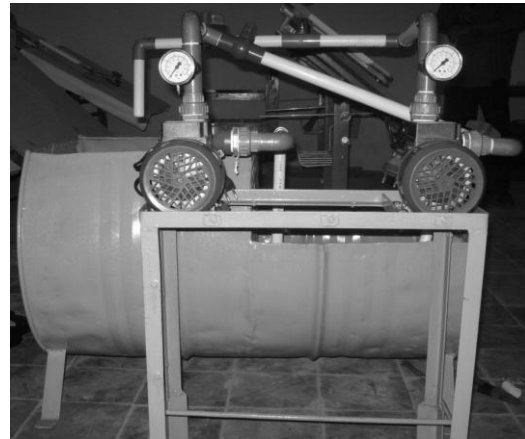
1. Bak penampungan air
2. Pompa 1
3. Pompa 2
4. Pressure Gauge 1
5. Pressure Gauge 2
6. Katup 1
7. Katup 2
8. Pipa pvc

Alat dan bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam uji kinerja pompa sentrifugal susunan paralel adalah

- a. Pompa
- b. Pipa PVC
- c. Kran
- d. Pressure gauge
- e. Stop watch atau jam

- f. Elbow dan Tee
- g. Meteran
- h. Gergaji
- i. Lem
- j. Seltip
- k. Besi siku
- l. Drum



Gambar 3. Peralatan Pengujian

Variabel Penelitian

Penelitian yang dilakukan meliputi :

1. Pengukuran tekanan buang dari pompa
2. Pengukuran kapasitas air dari pompa.

Pengujian Alat

Untuk pengujian alat pompa susunan paralel ini dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Pasanglah kabel listrik pompa pada kelistrikan yang telah disiapkan
2. Hidupkan kedua buah pompa secara bersamaan dengan seluruh katup dalam keadaan membuka seluruhnya.
3. Kemudian tutup semua katup sehingga kita dapat melihat tekanan yang dihasilkan pompa.
4. Untuk melihat debit dan kapasitas kita menggunakan pengukuran secara aliran pancuran dengan menggunakan waktu.

PENGUJIAN DAN ANALISA DATA

Spesifikasi Peralatan Yang Digunakan

- Equipment : Dua buah pompa sentrifugal
- Merk : Efso
- Model : DB – 125 A
- Electrical supply : 220 V, 50 hz, 1 phase

Tabel 2. Spesifikasi Pompa

	Pompa 1	Pompa 2
Motor type	108 C Pompa sumur dangkal (non otomatis)	108 C Pompa sumur dangkal (non otomatis)
Power	0,125 kw	0,125 kw
Putaran	2850 rpm	2850 rpm
Such head	9 meter	9 meter
Disc head	24 meter	24 meter
Total head	33 meter	33 meter
Capasitas	42 liter/menit	42 liter/menit
Dimensi	23,3x12,5x16 cm	23,3x12,5x16 cm

Data pengambilan sampel percobaan **pompa sentrifugal tunggal** sebagai berikut :

Tabel 3. Percobaan 1

Tekanan (Psi)	Volume (liter)	Waktu (Detik)
0	1,9	5
0	1,9	5
0	1,8	5
0	1,9	5
0	1,8	5

Tabel 4. Percobaan 2

Tekanan (Psi)	Volume (liter)	Waktu (Detik)
2,5	1,6	5
2,5	1,7	5
2,5	1,6	5
2,5	1,6	5
2,5	1,7	5

Tabel 5. Percobaan 3

Tekanan (Psi)	Volume (liter)	Waktu (Detik)
5	1,4	5
5	1,3	5
5	1,4	5
5	1,4	5
5	1,3	5

Tabel 6. Percobaan 4

Tekanan (Psi)	Volume (liter)	Waktu (Detik)
7,5	1,2	5
7,5	1,3	5
7,5	1,2	5
7,5	1,2	5
7,5	1,3	5

Tabel 7. Percobaan 5

Tekanan (Psi)	Volume (liter)	Waktu (Detik)
10	1,1	5
10	1	5
10	1,1	5
10	1	5
10	1	5

Tabel 8. Percobaan 6

Tekanan (Psi)	Volume (liter)	Waktu (Detik)
12	0,7	5
12	0,7	5
12	0,8	5
12	0,8	5
12	0,8	5

Tabel 9. Percobaan 7

Tekanan (Psi)	Volume (liter)	Waktu (Detik)
14	0,6	5
14	0,5	5
14	0,5	5
14	0,6	5
14	0,5	5

Tabel 10. Percobaan 8

Tekanan (Psi)	Volume (liter)	Waktu (Detik)
16	0,3	5
16	0,4	5
16	0,3	5
16	0,3	5
16	0,4	5

Tabel 11. Percobaan 9

Tekanan (Psi)	Volume (liter)	Waktu (Detik)
18	0	0
18	0	0
18	0	0
18	0	0
18	0	0

Tabel 14. Percobaan 2

Tekanan (Psi)	Volume (liter)	Waktu (Detik)
2,5	3,3	5
2,5	3,2	5
2,5	3,2	5
2,5	3,3	5
2,5	3,2	5

Tabel 12. Data Pompa Tunggal

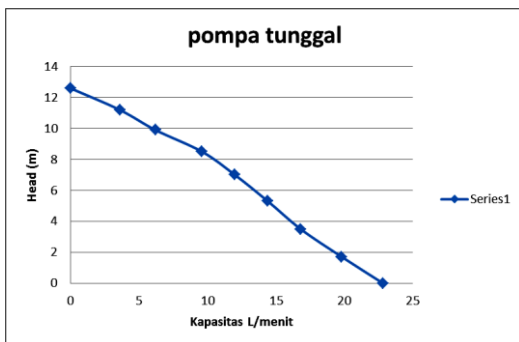
Kapasitas (L/min)	Head (M)	Tekanan (Psi)
22.0	0	0
19.2	1.7	2.5
16.8	3.5	5
14.4	5.3	7.5
12.0	7.0	10
9.6	8.5	12
6.2	9.9	14
3.6	11.2	16
0	12.6	18

Tabel 15. Percobaan 3

Tekanan (Psi)	Volume (liter)	Waktu (Detik)
5	2,8	5
5	2,8	5
5	2,9	5
5	2,9	5
5	2,8	5

Tabel 16. Percobaan 4

Tekanan (Psi)	Volume (liter)	Waktu (Detik)
7,5	2,4	5
7,5	2,4	5
7,5	2,5	5
7,5	2,4	5
7,5	2,5	5



Gambar 4. Grafik Hubungan Head dan Kapasitas Pompa Tunggal

Data pengambilan sampel percobaan pompa sentrifugal paralel sebagai berikut :

Tabel 13. Percobaan 1

Tekanan (Psi)	Volume (liter)	Waktu (Detik)
0	3,5	5
0	3,5	5
0	3,6	5
0	3,5	5
0	3,5	5

Tabel 17. Percobaan 5

Tekanan (Psi)	Volume (liter)	Waktu (Detik)
10	2,1	5
10	2	5
10	2,1	5
10	2	5
10	2	5

Tabel 18. Percobaan 6

Tekanan (Psi)	Volume (liter)	Waktu (Detik)
12	1,7	5
12	1,6	5
12	1,6	5
12	1,7	5
12	1,6	5

Tabel 19. Percobaan 7

Tekanan (Psi)	Volume (liter)	Waktu (Detik)
14	1,3	5
14	1,4	5
14	1,4	5
14	1,3	5
14	1,3	5

Tabel 20. Percobaan 8

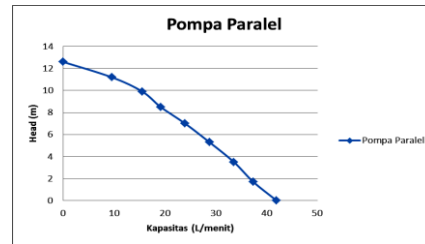
Tekanan (Psi)	Volume (liter)	Waktu (Detik)
16	0.8	5
16	0.7	5
16	0.8	5
16	0.7	5
16	0.8	5

Tabel 21. Percobaan 9

Tekanan (Psi)	Volume (liter)	Waktu (Detik)
18	0	0
18	0	0
18	0	0
18	0	0
18	0	0

Tabel 22. Data Pompa Paralel

Kapasitas (L/min)	Head (M)	Tekanan (Psi)
42.0	0	0
38.4	1.7	2.5
33.6	3.5	5
28.8	5.3	7.5
24.0	7.0	10
19.2	8.5	12
15.6	9.9	14
9.6	11.2	16
0	12.6	18



Gambar 5. Grafik Hubungan Head dan Kapasitas Pompa Paralel

Kerugian Head

Pada perhitungan kerugian head rangkaian pompa diatas didapat kerugian gesek dalam pipa, dapat dirumuskan:

$$h_f = \lambda \frac{L V^2}{D 2g}$$

Dengan:

h_f = head kerugian gesek dalam pipa (m)

λ = koefisien kerugian gesek

g = percepatan grafitasi (9,8 m/s²)

L = panjang pipa (2 m)

D = diameter dalam pipa (0.01905 m)

V^2 = kecepatan rata-rata aliran dalam pipa (m/s)

Untuk menentukan koefisien gesek pipa terlebih dahulu kita tentukan angka Reynold (Re) dengan rumus:

$$Re = \frac{vD}{\nu} = \frac{vDA}{Q}$$

Dengan:

Re = bilangan Reynold

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

D = diameter dalam pipa (0.01905 m)

A = luas penampang pipa (m²)

Q = kapasitas air (9,6L/menit)

ν = viskositas kinematik zat cair (0,801 m²/s)

sehingga,

$$Re = \frac{0,801m^2/s \times 0,01905^3m^3 \times \frac{1}{4} \times \pi}{1,6 \times 10^{-4} m^3/s} = 27,1625$$

Jika angka $Re < 2300$, maka jenis alirannya adalah laminer (Sularso, 2000:29), sehingga koefisien geseknya dapat dirumuskan:

$$\lambda = \frac{64}{Re} = \frac{64}{27,1625} = 2,3552$$

sehingga,

$$h_f = 2,3552 \frac{2 m \times \left(\frac{1,6 \times 10^{-4} m^3/s}{\frac{1}{4} \times \pi \times (0.01905 m)^2} \right)^2}{0,1905 m \times 2 \times 9,8 m/s^2} = 2,4823m$$

Jadi kerugian head akibat gesekan adalah 2,4823 m.

1. Kerugian head akibat saringan, dapat dirumuskan:

$$h_f = f \frac{v^2}{2g}$$

$$h_f = 1,97 \frac{(0,6811 \text{ m/s})^2}{2 \times 9,8 \text{ m/s}^2} = 0,04652 \text{ m}$$

Jadi kerugian gesek akibat saringan adalah $5,563 \times 10^{-4}$ m

2. Kerugian akibat belokan 90°, untuk satu belokan dapat dirumuskan (Sularso, 2000:32)

$$h_f = f \frac{v^2}{2g}$$

$$h_f = 1,129 \frac{(0,6811 \text{ m/s})^2}{2 \times 9,8 \text{ m/s}^2} = 0,02564 \text{ m}$$

Jadi kerugian gesek akibat 6 belokan 90° adalah $6 \times 0,02564 \text{ m} = 0,15384 \text{ m}$

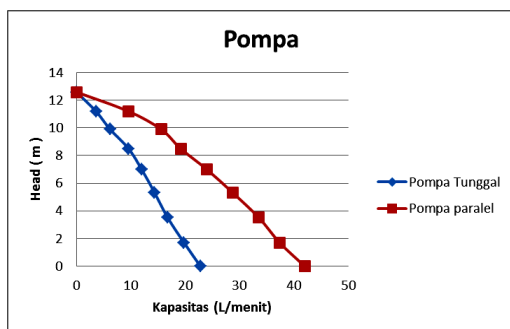
3. Kerugian head akibat stop kran berupa katup bola dapat dirumuskan (Sularso, 2000:32)

$$h_f = f \frac{v^2}{2g}$$

$$h_f = 0,09 \frac{(0,6811 \text{ m/s})^2}{2 \times 9,8 \text{ m/s}^2} = 0,003 \text{ m}$$

Jadi kerugian gesek akibat katup bola adalah 0,003m.

Berdasarkan perhitungan kerugian head diatas total kerugian head yang terjadi adalah $2,4823 \text{ m} + 0,04652 \text{ m} + 0,15384 \text{ m} + 0,003 \text{ m} = 2,58566 \text{ m}$



Gambar 6. Grafik Perbandingan Head dan Kapasitas pada Pompa Tunggal dan Pompa Paralel

SIMPULAN

Pada pompa tunggal diperoleh head maximal sebesar 12.6 meter, kapasitas maximal 22 L/menit sedangkan pada pompa susunan paralel diperoleh head yang sama yaitu 12.6 meter sedangkan kapasitas maximal 42 L/menit.

Perbandingan antara pompa tunggal dan pompa rangkaian paralel dapat dijelaskan bahwa kapasitas yang didapat akan menjadi dua kali lebih besar dari pompa tunggal dan headnya totalnya tetap.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sularso, Tahara H, 2000, *Pompa dan Kompresor*, PT Pradnya Paramita Jakarta
- [2] Dietzel F, Sriyono D, 2000, *Turbin, Pompa Dan Kompresor*, Erlangga Jakarta
- [3] Church A. H, 2001, *Pompa dan Blower Sentrifugal*, Erlangga Jakarta
- [4] Djokosetyardjo. M. J, 2002, *Ketel Uap*, PT Pradnya Paramita
- [5] Raswari, 2003, *Teknologi dan Perencanaan Sistem Perpipa-an*, Universitas Indonesia
- [6] Sumarlin, 2004, *Dasar – Dasar Mekanika Fluida*, Universitas Negeri Malang
- [7] Hickr, Edward, 2006, *Teknologi Pemakian Pompa*, Erlangga Jakarta
- [8] Diyon S. L, 2006 *Mekanika Fluida, Termodinamika*, Universitas Indonesia
- [9] Pudjanarsa A, Nursuhud D, 2006, *Mesin Konversi Energi*, Penerbit Andi Yogyakarta
- [10] Suyoto, 2008, *Teknik Mesin Industri*, Departemen Pendidikan Nasional
- [11] Sutrisno, 2008, *Merawat dan Memperbaiki Pompa Air*, PT Kawan Pustaka
- [12] Sasongko D, Fransini J.B, 2003, *Teknik Sumber Daya Air*, Erlangga