

PENGUJIAN KINERJA TEST BED POMPA SENTRIFUGAL PADA TEKANAN ISAP 0,6 BAR

Erwin Afrian Nizar¹⁾

1) Program Studi Teknik Mesin Institut Teknologi Indonesia
E-mail:erwinnzr@gmail.com

Abstrak

Modifikasi alat uji test bed pompa sentrifugal ini dimaksudkan untuk menerapkan teori-teori yang telah didapatkan selama masa perkuliahan dalam mengetahui head statis pompa, head total pompa, daya hidrolis pompa, daya input motor pompa dan efisiensi pompa, serta NPSH pada pompa. Pengujian dilakukan dengan cara mengatur bukaan katup dan mengatur putaran impeler dengan cara memvariasi frequensi untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan dalam mencari head sistem, head total, daya hidrolis, daya input motor dan efisiensi, serta NPSH pada pompa, dari hasil pengujian test bed pompa menggunakan fluida air pada tekanan tangki 1 = - 0,6 bar dan tekanan tangki 2 = 1,15 kgf/cm² dengan variasi bukaan katup diperoleh data sebagai berikut : debit maksimal 25 LPM dengan head sistem 6,5 m, head total 17,6 m.

Kata kunci: pompa, head statis, karakteristik pompa, head sistem, head total.

Pendahuluan

Pompa merupakan pesawat angkut yang berfungsi untuk memindahkan zat cair melalui saluran tertutup. Pompa menghasilkan suatu tekanan yang berfungsi mengalirkan zat cair bertekanan rendah ketekanan yang tinggi dan dari tempat rendah ketempat yang lebih tinggi.

Pompa memiliki berbagai desain dan jenis dengan berbagai fungsi yang dapat dipergunakan manusia. Jenis pompa yang akrab dalam penggunaan sehari-hari masyarakat adalah pompa air. Warga tidak lagi meminati metode lama dalam mengambil air dengan cara memakai timba karena akan membutuhkan waktu yang cukup lama dan tenaga yang cukup melelahkan. Ditambah lagi dengan pasokan air bersih justru berada di bagian tanah yang lebih dalam, maka penggunaan pompa untuk mengambil air di kedalaman tersebut menjadi solusi yang dirasa lebih efektif, lebih cepat, dan tidak membuang banyak tenaga. Kefektifan ini pulalah yang membuat bidang industri juga mendayagunakan pompa pada operasional harian dari industri yang dijalankan.

Dalam pemilihan suatu pompa untuk maksud tertentu, terlebih dahulu harus diketahui laju aliran serta head yang diperlukan untuk mengalirkan zat cair yang akan dipompa. Dalam operasinya, pompa harus dapat memenuhi head yang diperlukan oleh sistem pipa. Besarnya head sistem adalah sama dengan head kerugian gesek ditambah head statis.

Head statis adalah penjumlahan dari head elevasi dengan head tekanan. Head statis terdiri dari head statis sisi masuk (head statis hisap) dan head sisi keluar (head statis hisap). Head statis pompa lebih dominan pengaruhnya terhadap daya kerja pompa dibandingkan dengan head kerugian gesek. Maka dari itu, diperlukan alat pengujian head statis pompa untuk mempelajari tentang head statis pompa dan pengaruhnya dengan daya kerja pompa.

Tujuan

- Melakukan studi tentang cara kerja pompa dan pengukuran head pompa sentrifugal.
- Mengetahui karakteristik pompa dan head sistem pompa.
- Mengetahui pada pompa dan pengaruhnya terhadap kinerja pompa kavitas.
- Mengetahui titik kerja pompa dan efisiensi pompa.

Metodologi

Metodologi yang digunakan dalam perancangan dan modifikasi alat ini adalah:

1. Studi Pustaka

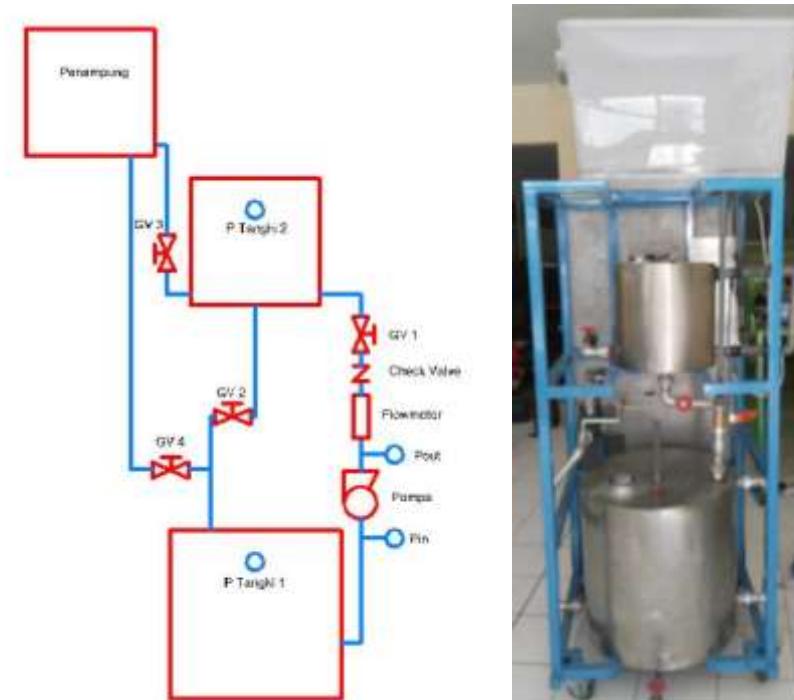
Studi pustaka merupakan langkah yang dilakukan setelah menentukan pokok permasalahan. Metode ini bertujuan untuk memperoleh teori-teori dasar dan prosedur perancangan yang berkaitan dengan materi yang dituliskan.

2. Survei Lapangan
Survei lapangan dilakukan untuk memperoleh data-data yang diperlukan dalam modifikasi alat uji. Data-data ini bisa berupa data tentang pompa, rangkaian, dan material-material dari setiap komponen.
3. Modifikasi Alat Pengujian
Pada langkah ini dilakukan penyusunan komponen untuk modifikasi instalasi pengujian yang telah direncanakan sebelumnya
4. Pengujian
Pada langkah ini dilakukan pengujian karakteristik pompa dimana dilakukan dengan pengaturan bukaan katup untuk menentukan laju aliran pompa dengan pengatur tekanan tangki.

Pembahasan

Alat Uji

Alat uji head statis pompa terdiri 1 buah pompa, tangki bertekanan, katup – katup beserta alat ukur seperti skema pada gambar 1 :



Gambar 1. Skema aliran alat uji head statis pompa

Perhitungan head pompa dihitung dengan persamaan:

$$H_{tot} = H_d - H_s$$

$$H_d = \frac{P_d}{\rho \times g}$$

$$H_s = \frac{P_s}{\rho \times g}$$

Dengan data yang diambil pada tekanan dalam tangki 2 = 1,15 kgf/cm² dan tangki 1 = -0,6 bar dengan variasi putaran inverter.

$$\begin{aligned} P_d &= 1,15 \text{ kgf/cm}^2 = 112776,475 \text{ Pa} \\ P_s &= 0,6 \text{ bar} = 60000 \text{ Pa} \end{aligned}$$

Sehingga,

$$H_d = \frac{P_d}{\rho \times g}$$

$$H_d = \frac{112776,475 \text{ Pa}}{\left(1000 \text{ kg/m}^3 \right) \left(9,81 \text{ m/s}^2 \right)} \\ = 11,496 \text{ m}$$

Kemudian,

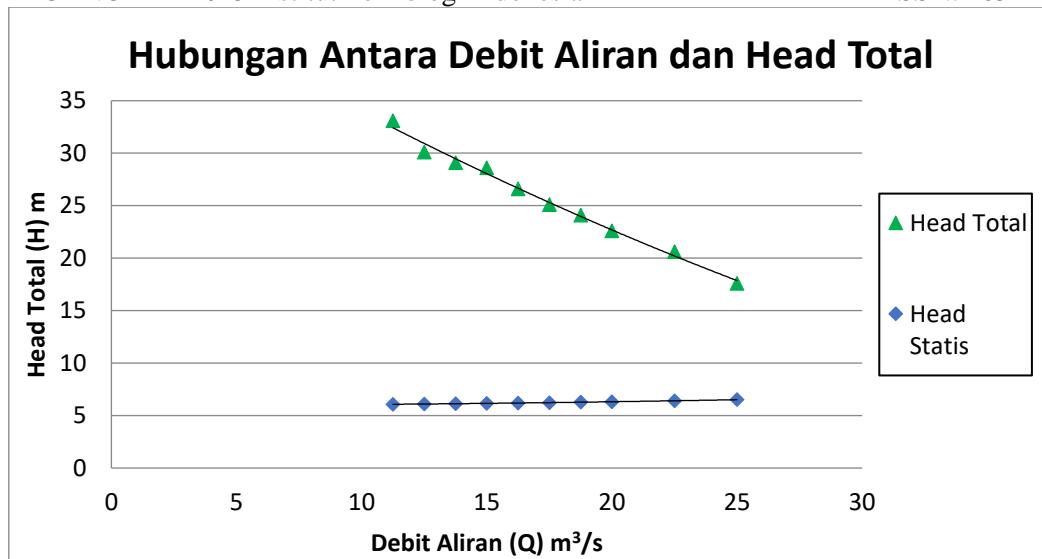
$$H_s = \frac{Ps}{\rho \times g} \\ H_s = \frac{60000 \text{ Pa}}{\left(1000 \text{ kg/m}^3 \right) \left(9,81 \text{ m/s}^2 \right)} \\ = 6,116 \text{ m}$$

Dikarenakan permukaan air pada sisi hisap lebih rendah dari poros pompa, maka H_s untuk perhitungan Head Total bernilai negatif.

$$H_{tot} = H_d - H_s \\ = 11,496 \text{ m} - (-6,116 \text{ m}) \\ H_{tot} = 17,612 \text{ m}$$

Tabel 1. Hasil Perhitungan Head Total

Q	Ps	Pd	Hs	Hd	Htot
LPM	Pa	Pa	m	m	m
25	60000	112776	6,116	11,496	17,612
22,5	60000	142196	6,116	14,495	20,611
20	60000	161810	6,116	16,494	22,611
18,7	60000	176520	6,116	17,994	24,110
17,5	60000	186326	6,116	18,994	25,110
16,2	60000	201036	6,116	20,493	26,609
15	60000	220650	6,116	22,492	28,609
13,75	60000	225553	6,116	22,992	29,108
12,5	60000	235360	6,116	23,992	30,108
11,25	60000	264780	6,116	26,991	33,107



Gambar 2. Kurva hubungan head total pompa dengan debit

Pada gambar 4.2 memperlihatkan kurva head-kapasitas pompa dimana head pompa cenderung meningkat dengan menurunnya laju aliran pompa. Dan untuk head sistem yang diperlukan pompa cenderung meningkat dengan semakin besarnya laju aliran. Kurva head pompa dan sistem pompa tidak saling berpotongan karena pompa yang digunakan pada rangkaian pipa yang diterapkan tidak optimal. Hal itu disebabkan karena pompa memiliki head total 35 meter, sedangkan pada rangkaian pipa memiliki panjang pipa keseluruhan 1,58 meter.

Perhitungan Head Isap Positif Neto (NPSH) pada Sistem Instalasi

Perhitungan head isap positif neto (NPSH) dihitung dengan persamaan :

$$h_{sv} = \frac{P_a}{\gamma} - \frac{P_v}{\gamma} - hs - hls$$

$$P_a = 0,6 \text{ bar} = 6118,29462 \text{ kgf/m}^2$$

Tekanan uap jenuh air pada suhu 25°C adalah 0,03169 bar

$$P_v = 0,03169 \text{ bar} = 323,148 \text{ kgf/m}^2$$

$$\gamma = 9810 \text{ N/m}^3 = 1000,342 \text{ kgf/m}^3$$

Keterangan:

- hsv = NPSH yang tersedia, (m)
- P_a = Tekanan yang bekerja pada air, (kgf/m²)
- P_v = Tekanan uap jenuh, (kgf/m²)
- γ = Berat zat cair per satuan volume, (kgf/m³)
- hs = Head isap statis, (m)
- hls = Kerugian head di dalam pipa isap, (m)

- hs adalah = 0,2 m
- Tekanan tangki 1 = - 0,6 bar dan tangki 2 = 1,15 kgf/cm²

- Kerugian gesek pipa

dimana,

$$Q = 25 \text{ L/m} = 0,000417 \text{ m}^3/\text{s}$$

maka,

$$\begin{aligned}
 hf &= \frac{10,666 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,85}} \times L \\
 &= \frac{10,666 \times 0,000417^{1,85}}{100^{1,85} \times 0,0254^{4,85}} \times 0,898 \text{ m} \\
 &= 0,06 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Kerugian jalur masuk pipa

$$Q = A \times v$$

$$v = Q/A$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{Q}{\frac{\pi D^2}{4}} \\
 &= \frac{0,000417 \text{ m}^3/\text{s}}{0,785 \times 0,0254 \text{ m}^2} \\
 &= 0,82 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

Keterangan:

$$\begin{aligned}
 v &= \text{Kecepatan aliran, (m/s)} \\
 Q &= \text{Debit aliran, (m}^3/\text{s}) \\
 A &= \text{Luas penampang pipa, (m}^2)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 hf &= f \times \frac{v^2}{2g} \\
 &= 0,56 \times \frac{0,82^2}{2 \times 9,81} \\
 &= 0,019 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Kerugian elbow 90°

$$\begin{aligned}
 hf &= f \times \frac{v^2}{2g} \\
 &= 1,129 \times \frac{0,82^2}{2 \times 9,81} \\
 &= 0,039 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Keterangan:

$$\begin{aligned}
 f &= \text{Koefisien kerugian} \\
 v &= \text{Kecepatan aliran, (m/s)}
 \end{aligned}$$

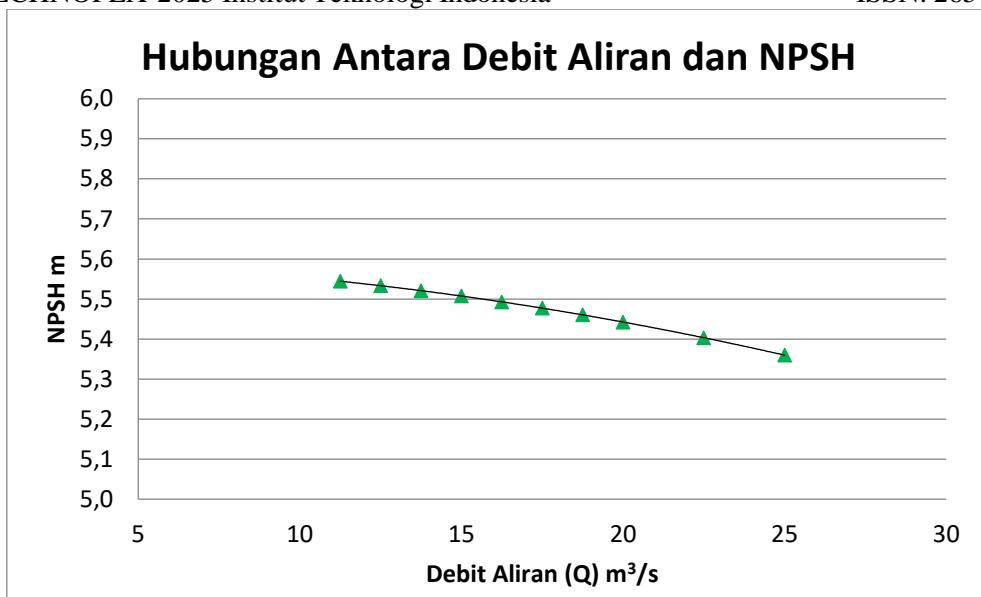
- Maka hls = 0,06 m + 0,019 m + (4 x 0,039 m) = 0,235 m

- Jadi,

$$\begin{aligned}
 hsv &= \frac{Pa}{\gamma} - \frac{Pv}{\gamma} - hs - hls \\
 &= \frac{6118,2946 \text{ kgf/m}^2}{1000,342 \text{ kgf/m}^3} - \frac{323,148 \text{ kgf/m}^2}{1000,342 \text{ kgf/m}^3} - 0,2 \text{ m} - 0,235 \text{ m} \\
 &= 5,360 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tabel 2. Hasil Perhitungan NPSH

Q	Pa	Pv	Hs	Hls	NPSH
LPM	kgf/m ²	kgf/m ²	m	m	m
25	6118,29462	323,148	0,2	0,234	5,360
22,5	6118,29462	323,148	0,2	0,190	5,403
20	6118,29462	323,148	0,2	0,151	5,442
18,7	6118,29462	323,148	0,2	0,133	5,460
17,5	6118,29462	323,148	0,2	0,116	5,477
16,2	6118,29462	323,148	0,2	0,100	5,493
15	6118,29462	323,148	0,2	0,086	5,507
13,75	6118,29462	323,148	0,2	0,072	5,521
12,5	6118,29462	323,148	0,2	0,060	5,533
11,25	6118,29462	323,148	0,2	0,049	5,544



Gambar 3. Kurva hubungan debit dengan NPSH

Dari hasil perhitungan, dapat dilihat kurva NPSH cenderung menurun karena NPSH berbanding terbalik dengan debit aliran. Sehingga semakin besar debit aliran, maka NPSH semakin kecil.

Kesimpulan

Dari pembahasan dan analisa data pompa sentrifugal pada tangki 1 = -0,6 bar dapat disimpulkan.

1. Untuk pengaturan debit aliran pompa maupun putaran impeller pompa, semakin besarnya debit aliran, maka head sistem (H_{sis}) menjadi besar pula.
2. Pada kurva hubungan debit aliran dengan head pompa, kurva head pompa dan sistem pompa tidak saling berpotongan karena pompa yang digunakan pada rangkaian pipa yang diterapkan tidak optimal. Hal ini terjadi pada pengaturan debit aliran pompa maupun putaran impeler.
3. Dari hasil perhitungan, dapat dilihat kurva NPSH cenderung menurun karena NPSH berbanding terbalik dengan debit aliran. Sehingga semakin besar debit aliran, maka NPSH semakin kecil.

Daftar Pustaka

- [1] Tahara, H, Sularso. 2003. *Pompa dan Kompresor*. PT. Pradnya Paramita: Jakarta, 2012, *Bahan Ajar Elemen Mesin I PSD III Teknik Mesin*. Universitas Diponegoro.
- [2] Setiabudi, Luhur. 2014. *Rancang Bangun Alat Uji Head Statis Pompa Pada Tekanan Tangki 0,5 Bar*. Tugas Akhir. PSD III Teknik Mesin. Universitas Diponegoro.