



ANALISIS POMPA SENTRIFUGAL PADA ALAT UJI ALIRAN FLUIDA TERHADAP DAYA LISTRIK, DAYA HIDROLIS, *HEADLOSS* DAN NILAI EFISIENSI POMPA

Ihat Solihat¹, Ersam Mahendrawan²

^{1,2} Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pamulang

e-mail : dosen00990@unpam.ac.id

Masuk : 26 Agustus 2024

Direvisi : 18 September 2024

Disetujui : 8 Oktober 2024

Abstrak: Kebutuhan akan penggunaan pompa dalam kehidupan sehari-hari semakin meningkat, mulai dari kebutuhan rumah tangga hingga keperluan industri, karena pompa digunakan untuk menaikkan cairan dari permukaan yang rendah ke permukaan yang lebih tinggi atau digunakan untuk mengalirkan cairan secara horizontal melalui pipa yang Panjang. Tujuan penelitian dilakukan untuk menghitung dan mengetahui pengaruh bukaan katup 20⁰, 30⁰, 40⁰, 60⁰ dan 90⁰ terhadap daya listrik, daya hidrolisis, headloss dan nilai efisiensi pada pompa sentrifugal. Metode analisis data untuk mengetahui daya listrik, daya hidrolis dan nilai efisiensi pompa. Pada variasi bukaan katup 20⁰, 30⁰, 40⁰, 60⁰ dan 90⁰. Daya listrik merupakan ukuran seberapa banyak energi listrik yang digunakan atau diproduksi dalam suatu sistem per satuan waktu. Pada bukaan katup 20⁰ sebesar 509,04 Watt, Pada bukaan katup 90⁰ sebesar 565,65 Watt. Bukaan katup pada pompa memiliki pengaruh terhadap daya listrik yaitu semakin besar bukaan katup maka semakin besar daya yang dihasilkan. Daya hidrolis yang didapat pada bukaan katup 20⁰ sebesar 439,04 Watt, pada bukaan katup 90⁰ sebesar 1611,12 Watt, hal ini menyatakan bahwa semakin besar bukaan katup ditambah semakin kecil pula nilai daya hidrolisis yang dihasilkan. Nilai headloss pada bukaan pompa 20⁰ sebesar 0,202 m dan terbesar pada bukaan 90⁰ sebesar 0,423 m. Nilai head total pompa akan menurun karena peningkatan kerugian ini. Sebaliknya, jika bukaan katup diperbesar, aliran fluida akan mengalami penurunan kecepatan dan kerugian gesekan, yang dapat meningkatkan nilai head total pompa. Efisiensi Pompa yang didapat pada bukaan katup 20⁰ sebesar 84,09%, pada bukaan katup 90⁰ sebesar 44,43 %. Nilai bukaan katup mempengaruhi efisiensi pompa semakin besar bukaan katup maka semakin kecil pula nilai efisiensi pompa yang dihasilkan.

Kata kunci : Turbin *Crossflow*, daya, headloss, Efisiensi

Abstract: The need for pump usage in daily life is increasing, ranging from household needs to industrial requirements, as pumps are used to raise liquids from lower surfaces to higher surfaces or to transfer liquids horizontally through long pipes. The aim of this research is to calculate and determine the effect of valve openings of 20⁰, 30⁰, 40⁰, 60⁰, and 90⁰ on electrical power, hydraulic power, head loss, and efficiency values in centrifugal pumps. The data analysis method is used to determine electrical power, hydraulic power, and pump efficiency values at valve openings of 20⁰, 30⁰, 40⁰, 60⁰, and 90⁰. Electrical power is a measure of how much electrical energy

is used or produced in a system per unit of time. At a valve opening of 20°, the power is 509.04 Watts, and at a valve opening of 90°, the power is 565.65 Watts. The valve opening in the pump affects electrical power; as the valve opening increases, the power output also increases. The hydraulic power obtained at a valve opening of 200 is 439.04 Watts, and at a valve opening of 900 it is 1611.12 Watts, indicating that as the valve opening increases, the hydraulic power value decreases. The head loss at a pump opening of 200 is 0.202 m and the largest at an opening of 900 is 0.423 m. The total head value of the pump will decrease due to this increase in losses. Conversely, if the valve opening is increased, the fluid flow will experience a decrease in velocity and friction losses, which can increase the total head value of the pump. The pump efficiency obtained at a valve opening of 200 is 84.09%, while at a valve opening of 900 it is 44.43%. The valve opening value affects pump efficiency; the larger the valve opening, the smaller the efficiency value produced.

Keyword: Crossflow turbines, power, headloss, efficiency

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan penggunaan pompa dalam kehidupan sehari-hari semakin meningkat, mulai dari kebutuhan rumah tangga hingga keperluan industri, karena pompa digunakan untuk menaikkan fluida dari permukaan yang rendah ke permukaan yang lebih tinggi atau digunakan untuk mengalirkan fluida secara horizontal melalui pipa yang panjang^[1]. Salah satu jenis pompa yang paling banyak digunakan saat ini adalah pompa sentrifugal. Pompa sentrifugal termasuk dalam jenis pompa tekanan dinamis, dimana pompa jenis ini memiliki *impeller* yang berfungsi untuk mengangkat fluida dari tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi atau dari tekanan yang lebih rendah ke tekanan yang lebih tinggi.^[2] Tenaga dari mesin dialirkan ke poros pompa untuk memutar *impeller* yang terpasang pada poros. Akibat dari putaran *impeller* yang menimbulkan gaya sentrifugal, cairan akan mengalir dari pusat *impeller* keluar melalui saluran diantara sudu-sudu dan meninggalkan *impeller* dengan kecepatan tinggi.^[3] Jika *head* atau kapasitas yang dibutuhkan tidak dapat dicapai hanya dengan satu pompa, dua atau lebih pompa dapat digunakan secara seri dan paralel. Oleh karena itu, pengoperasian pompa perlu mendapat perhatian khusus dengan menyesuaikan kondisi pompa.^[4]

Menurut Luwripan pompa dapat bekerja dengan tiga cara yang berbeda, pompa dapat bekerja dengan cara tunggal, seri, dan paralel^[5]. Ketiga cara ini dapat diterapkan pada kondisi yang berbeda, tergantung kebutuhan masing-masing.^[6] Dengan demikian, lebih mudah bagi pengguna alat uji aliran fluida untuk memperoleh informasi untuk menentukan nilai daya listrik, daya hidrolis dan efisiensi pompa dari alat uji aliran fluida. Sehingga rumusan masalah yang dihasilkan yaitu bagaimana pengaruh variasi bukaan katup pompa sentrifugal pada alat uji aliran fluida terhadap daya listrik, daya hidrolisis, *headloss* mayor dan nilai efisiensi pompa.

Beberapa penelitian tentang pompa telah dilakukan untuk meningkatkan kinerja pompa terbaik, diantaranya penelitian tentang analisis pengaruh variasi pengukuran pipa tekanan PVC pada pompa aksial terhadap kecepatan dorong air. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh ukuran pipa PVC yang menyatakan bahwa semakin kecil ukuran pipa PVC yang diambil maka semakin cepat gaya dorong air yang dihasilkan^[7]. Penelitian selanjutnya adalah penelitian berupa perancangan dan pembuatan alat simulasi pengujian pompa seri dan paralel, pompa yang digunakan adalah jenis pompa sentrifugal yang memiliki *impeller* (baling-baling) untuk mengangkat cairan dari tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi, untuk mendapatkan muatan air yang lebih tinggi. banyak pompa yang disusun secara paralel dan untuk mendapatkan head tekanan tinggi pompa tersebut disusun secara seri.^[8]

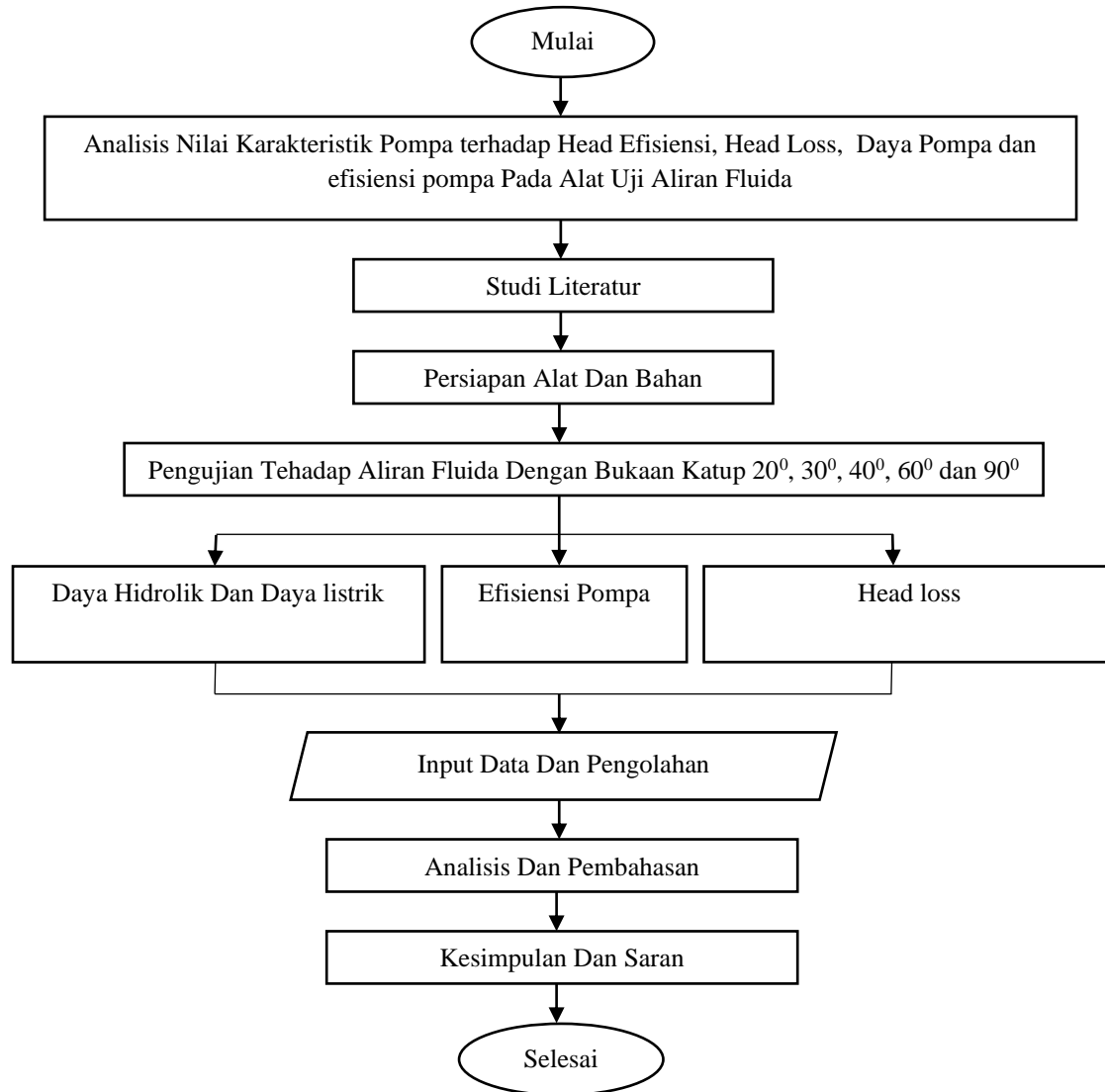
Penelitian terkait yang lain dilakukan oleh (Maulana & Sujana, 2021)^[8] pada jurnal berjudul Perencanaan Rancangan Alat Pompa Sentrifugal Dengan Sistem Paralel Sebagai Alat Uji Karakteristik, yang bertujuan untuk mendapatkan desain alat praktikum pompa sentrifugal dengan sistem paralel, dalam skala laboratorium dan mendapatkan perbandingan kinerja pompa yang ditinjau dari variasi pipa isap (section) ¾” dan 1” (inch).^[9] Parameter yang diambil dari perangkat percobaan terdiri dari : tekanan masuk pada pompa dianggap 0, tekanan keluar pada pompa, debit, kecepatan aliran, head, kapasitas, daya input, daya output dan efisiensi pompa.

Hasil dari percobaan pada penelitian pompa sentrifugal dengan sistem paralel dan pipa isap $\frac{3}{4}$ " bukaan katup 90° didapatkan nilai efisiensinya sebesar 86 % dengan nilai kapasitas $0,00053 \text{ m}^3/\text{s}$. Sedangkan pada pipa isap $1''$ didapatkan nilai efisiensinya sebesar 94 % dengan nilai kapasitas $0,00058 \text{ m}^3/\text{s}$. Ini artinya semakin besar diameter pipa isap (section) yang digunakan, semakin besar pula kapasitas air yang dihasilkan. Kapasitas dan efisiensi mempunyai hubungan yang berbanding lurus, nilai kapasitas yang semakin besar mengakibatkan nilai efisiensi semakin besar.^[10] Fluida adalah zat yang tidak dapat menahan perubahan bentuk secara permanen. Aliran dalam pipa telah kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari maupun dalam eksposisi proses industri.

Fluida lebih mudah mengalir dikarenakan karena ikatan molekul dalam fluida jauh lebih kecil daripada ikatan molekul pada zat padat, yang mengakibatkan fluida mempunyai hambatan yang relatif kecil pada perubahan bentuk karena gesekan.^[10] Pada zat cair dan gas, zat cair tidak dapat mempertahankan bentuk yang tetap, zat cair mengikuti bentuk wadahnya dan volumenya dapat diubah. Zat gas tidak mempunyai bentuk, maupun volume yang tetap, gas akan berkembang mengisi seluruh wadah. Karena suatu fase cair dan gas tidak dapat mempertahankan suatu bentuk yang tetap, keduanya kemampuan untuk mengalir. Oleh karena itu zat cair dan gas sering secara kolektif disebut sebagai fluida^[11]. Aliran fluida, memiliki sifat dasar pada fluida. Adapun sifat dasar dari fluida yang perlu diketahui diantaranya yaitu kerapatan, tekanan dan kekentalan.^[12] Penelitian ini dilakukan menggunakan pengujian dengan 2 pompa. Bukaan Katup yang dilakukan pada penelitian ini sebesar $20^\circ, 30^\circ, 40^\circ, 60^\circ$ dan 90° putaran mesin pompa dibuat tetap sebesar 59.99 Rpm. Dengan arus listrik dibuat tetap sebesar 2,7 Ampere.

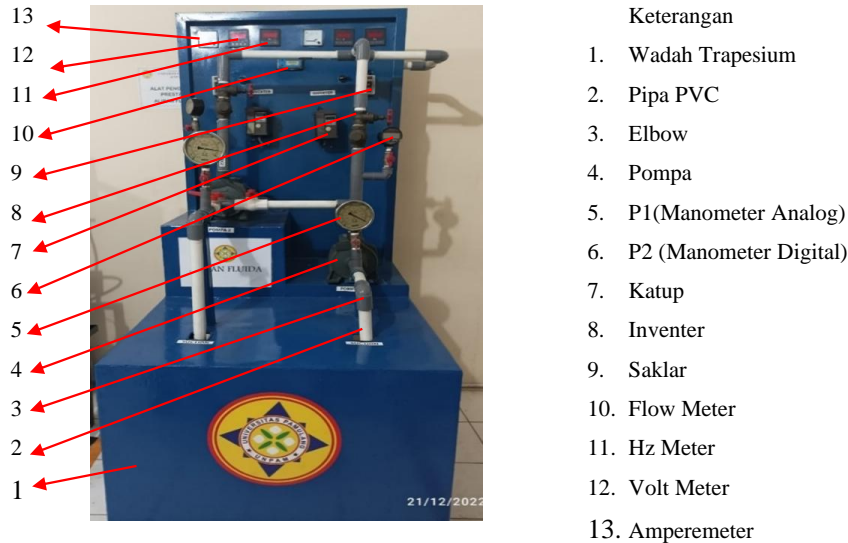
METODOLOGI

Penelitian ini dilakuakn berdasarkan alur di bawah ini:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Berikut Rangkaian alat uji mesin fluida yang digunakan sebagai berikut;



Gambar 2. Alat Uji Aliran Fluida

Tahapan penelitian dilakukan sebagai berikut Wadah persegi sebagai wadah untuk menampung fluida Air. Pipa PVC 1 inchi berfungsi sebagai instalasi pipa untuk mengalirkan air dari pipa isap dan mengalir menuju pipa tekan. *Elbow* berfungsi untuk menyambung pipa yang melengkung, dengan kelengkungan 90°. Katup digunakan untuk memperbesar dan memperkecil laju aliran air dalam pipa pada proses pengujian. Manometer analog digunakan untuk mengetahui tekanan, baik tekanan aliran masuk maupun tekanan aliran keluar pompa. Manometer digital berfungsi untuk mengukur tekanan diferensial yang outputnya berupa angka (numerik) ditampilkan pada layer LCD.

Tingkat ketelitian alat ini pada rentang mulai dari 0 - \pm 100 pascal. Volt Meter Merupakan alat ukur yang berfungsi untuk mengukur besar tegangan listrik yang ada di suatu rangkaian listrik. Hz Meter Digunakan untuk mengukur frekuensi sinyal/gelombang listrik, frekuensi diukur merupakan frekuensi tunggal dan digunakan untuk monitoring perubahan frekuensi listrik PLN. Amperemeter adalah alat yang difungsikan untuk pengukuran tingkat arus listrik yang terdapat pada sebuah alat uji aliran fluida. Inverter berfungsi utama inverter adalah untuk mengubah daya Arus Searah (DC) menjadi arus bolak-balik standar (AC). Flow meter digunakan untuk mengukur kecepatan aliran, volume, atau total massa air. Pompa Sentrifugal merupakan pesawat angkut yang bertujuan untuk memindahkan zat cair melalui saluran tertutup. Saklar digunakan untuk mengendalikan aliran listrik pada suatu perangkat elektronik.

Analisis data pada penelitian ini menggunakan perhitungan yang berdasarkan pada rujukan yang terkait dengan perhitungan pompa, yang dilanjutkan dengan pembuatan tabel dan grafik untuk memudahkan membaca hasil dari menguji terhadap pengaruh – pengaruh hasil pengujian dari variasi bukaan katup dan variasi beban. Pengolahan data yang sudah dilakukan pada saat mesin bekerja memompa air pada turbin hingga menggerakkan sudu turbin dan di ambil datanya berupa nilai daya listrik, daya hidrolis, dan nilai efisiensi pompa. Hasil serangkaian percobaan atau eksperimen langsung (Pengujian dengan pengukuran) dilakukan pada hasil pengujian dengan menggunakan Amperemeter, Volt Meter, Flow Meter, Hz Meter, Manometer (*pressure gauge*) digital dan analog. Untuk mengidentifikasi pengaruh Daya Listrik, Daya Hidrolis, *headloss* Dan Nilai

Efisiensi Pompa. Alat yang digunakan berupa Wadah Trapesium sebagai wadah untuk menampung fluida Air, Pipa PVC 1 inchi berfungsi sebagai instalasi pipa untuk mengalirkan air dari pipa isap dan mengalir menuju pipa tekan, Elbow berfungsi untuk menyambung pipa yang melengkung, dengan kelengkungan 90°. Katup digunakan untuk memperbesar dan memperkecil laju aliran air dalam pipa pada proses pengujian. Manometer analog digunakan untuk mengetahui tekanan, baik tekanan aliran masuk maupun tekanan aliran keluar pompa. Manometer digital, Volt Meter, Hz Meter, Amperemeter, Inverter berfungsi utama inverter adalah untuk mengubah daya Arus Searah (DC) menjadi arus bolak-balik standar (AC). Flow meter. Pompa Sentrifugal merupakan pesawat angkut yang bertujuan untuk memindahkan zat cair melalui saluran tertutup dan saklar tertutup. persamaan yang digunakan dalam penelitian terdiri dari:

Daya listrik dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P = V \cdot I$$

Dengan :

P = Daya Output Pompa (Watt)

V = Tegangan listrik (V)

I = Arus listrik (A) = 2,7 A (Tertera pada badan Pompa)

Daya Hidrolis dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P_h = \gamma \cdot H \cdot Q$$

Dengan :

P_h = Daya Hidrolis (kW)

γ = berat jenis air 980 (N/m³)

Q = Debit (m³/s)

H_{tot} = Head total (hd 2,5 m + hs 1,5 m = 4 m)

Kehilangan aliran disebabkan oleh koefisien gesekan ketika cairan mengalir di sepanjang katup, pipa, siku, serta permukaan yang lain, yang memengaruhi gradien yang dihasilkan ataupun ketinggian sesungguhnya, sesuai dengan persamaan yang dipakai:^[8]

Kerugian gesekan pipa

1) Kecepatan aliran dalam pipa

$$v = \frac{Q}{A}$$

Dengan :

v = kecepatan aliran rata-rata (m/s)

Q = kapasitas pompa (m³/s)

A = luas penampang pipa (m²)

2) Bilangan reynold (Re)

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

Dengan :

Re = bilangan reynold

v = kecepatan aliran dalam pipa (m/s)

ν = viskositas fluida (m²/s)

D = diameter pipa (m)

3) Koefisien kerugian (λ)^[13]

$$\lambda = \frac{64}{Re}$$

Dengan :

λ = koefisien kerugian

Re = bilangan reynold

4) Kerugian aliran akibat gesekan dalam pipa^[6]

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

Dengan :

h_f = kerugian head (m)

λ = koefisien kerugian

L = panjang pipa (m)

D = diameter pipa (m)

g = gravitasi (9.81 m/s^2)

a. kerugian ujung masuk pipa^[13]

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

Dengan :

h_f = kerugian head (m)

f = koefisien kerugian ujung masuk pipa

v = kecepatan aliran (m/s)

g = gravitasi (9.81 m/s^2)

b. Kerugian belokan pipa

1) Koefisien kerugian

$$f = \left[0,131 + 1,847 \cdot \left(\frac{D}{2R} \right)^{3,5} \right] \left(\frac{\theta}{90} \right)^{0,5}$$

Dengan :

f = koefisien kerugian

Θ = sudut belokan (m)

D = diameter pipa (m)

R = jari-jari lengkung belokan (m)

c. Kerugian akibat belokan

$$h_v = f_v \frac{v^2}{2g}$$

Dengan :

f = koefisien kerugian pengecilan pipa

h_v = kerugian head (m)

g = gravitasi (9.81 m/s^2)

v = kecepatan aliran (m/s)

Efisiensi pompa ialah rasio daya yang dialirkan oleh pompa ke cairan dengan daya yang dialirkan ke pompa oleh motor listrik. Perubahan daya memengaruhi daya motor dan efisiensi pompa. Efisiensi pompa (η) diberikan oleh rumus diantaranya:^[14]

$$\eta = \frac{N_h}{N_m} \times 100 \%$$

Dengan :

η = Efisiensi pompa (%)

N_h = Daya hidrolis (kW)

N_m = Daya (kW)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan dari hasil pengujian aliran fluida dengan melakukan variasi terhadap bukaan katup, maka dihasilkan data bukaan katup terhadap daya Listrik , sebagai berikut :

Tabel 1. Analisis Data Terhadap Daya Listrik

Hasil Bukaan katup	Tegangan listrik (Volt)	Daya Listrik (Watt)	Arus Listrik (A)	Daya Hidrolis (Watt)	Debit Air(m ³ /s)	Putaran Mesin pompa (Rpm)	Variable Tetap			Headloss pompa (m)	Efisiensi Pompa(%)
							T		Daya Mekanik (Watt)		
							F (N)	r (m)			
20°	188,6	509,22	2,7	10,974	0,0028	59,99	9,8	0,15	9,23	0,202	84.09%
30°	193,6	522,72		13,328	0,0034					0,234	69.25%
40°	202,7	547,29		17,640	0.0045					0,297	52.32%
60°	206,9	558,63		18,816	0.0048					0,354	49.05%
90°	209,5	565,65		20,776	0.0053					0,424	44.43%

Daya listrik dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P = V \cdot I$$

Keterangan :

P = Daya Output Pompa (Watt)

V = Tegangan listrik (V)

I = Arus listrik (A) = 2,7 A (Tertera pada badan Pompa)

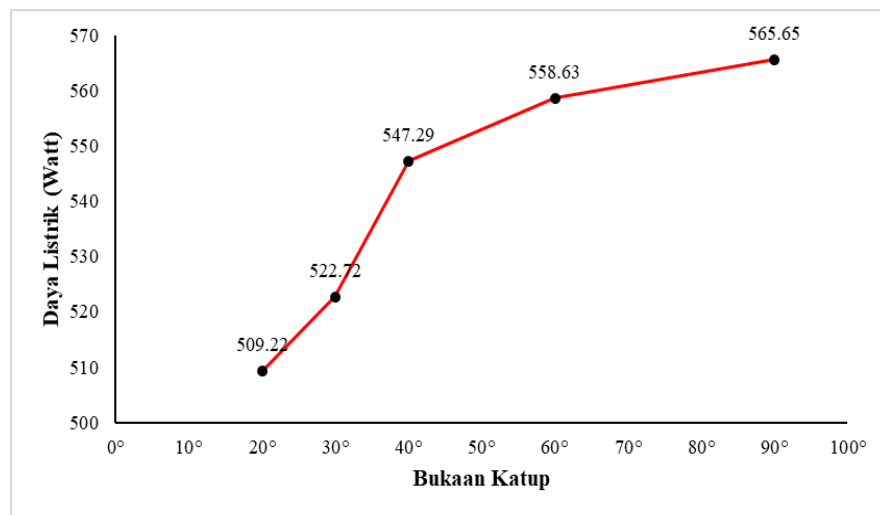
a) Daya listrik listrik pada bukaan katup 20⁰

$$P = V \cdot I$$

$$= 188,6 \text{ Volt} \cdot 2,7 \text{ A}$$

$$= 509,22 \text{ Watt}$$

Berikut hasil grafik hubungan antara bukaan katup dengan daya listrik:



Gambar 2. Garfik hubungan bukaan katup dengan daya listrik

Hasil analisa pompa sentrifugal terhadap daya listrik dengan bukaan katup sangat berpengaruh terhadap daya listrik, yang digunakan sebagai acuan adalah bukaan katup 20⁰ ketika pengujian dilakukan daya listrik yang terpakai sebesar 3,4938 Watt, ketika bukaan katup ditambah menjadi 30⁰, menjadi naik sebesar 4,1931 Watt, lalu ketika bukaan katup ditambah menjadi 40⁰, lalu ketika bukaan katup lebih besar menjadi 60⁰ maka daya listrik yang terpakai menjadi 8,5502 Watt, dan ketika bukaan katup pada posisi 90⁰ daya listrik lebih besar menjadi 10,179 Watt. Artinya semakin besar bukaan katup semakin besar pula daya listrik yang terpakai.

Daya Hidrolis dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P_h = \gamma \cdot H \cdot Q$$

Dimana :

$$P_h = \text{Daya Hidrolis (kW)}$$

γ = berat jenis air 980 (N/m³)

Q = Debit (m³/s)

H_{tot} = Head total (hd 2,5 m + hs 1,5 m = 4 m)

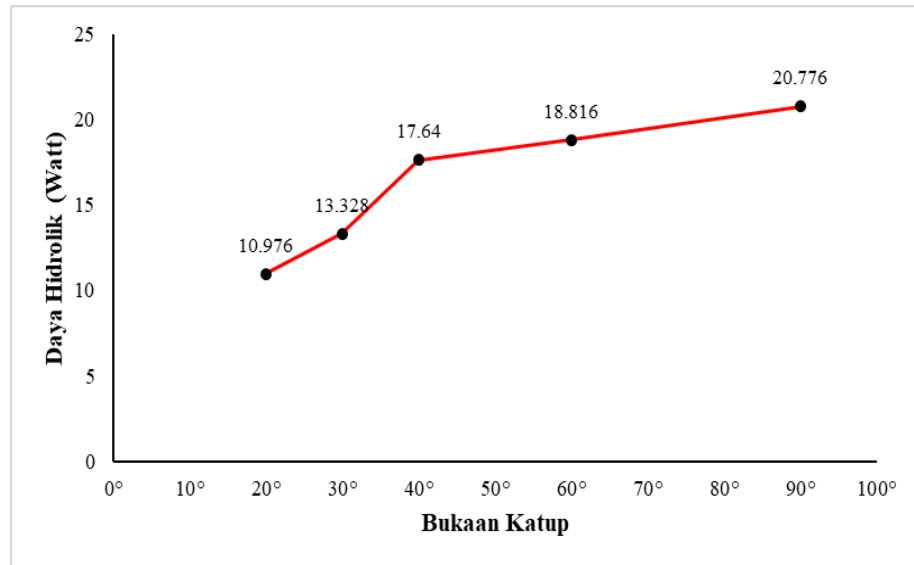
a. Untuk bukaan katup 20°

$$P_h = \gamma \cdot H \cdot Q$$

$$P_h = 980 \text{ N/m}^3 \cdot 4 \text{ m} \cdot 0,228 \text{ m/s}^3$$

$$P_h = 10,976 \text{ Watt}$$

Berikut hasil perhitungan dan analisis pengaruh bukaan katup dengan daya hidrolis



Gambar 3. Garfik hubungan bukaan katup dengan daya hidrolis

Hasil analisa pompa sentrifugal terhadap daya hidrolis dengan variasi bukaan katup, pada bukaan katup 20° sebesar 10,976 Watt, pada bukaan katup 30° didapatkan sebesar 13,328 Watt, pada bukaan katup 40° menjadi 17,64 watt, lalu bukaan katup 60° turun sebesar 18,816 Watt, dan bukaan katup ditambah 90° naik menjadi 20,776 Watt. Artinya semakin besar bukaan katup ditambah semakin besar nilai daya hidrolisis yang dihasilkan.

Sedangkan untuk kehilangan energi atau headloss Berdasarkan pengukuran pada alat uji, untuk panjang pipa tekan (Lt) dengan panjang 1, 20 m, sedangkan untuk panjang pipa isap (Li) dengan panjang 1,10 m. dan ketinggian fluida dari poros pompa ke permukaan air atas (Z1) setinggi 0,73 m. sedangkan permukaan air bawah (Z2) setinggi 0,44 m.

1.) Guna menghitung head statis

$$H_s = Z1 - Z2 \text{ (m)}$$

$$H_s = 0,73 - 0,44 \text{ (m)}$$

$$H_s = 0,29 \text{ m}$$

2.) Head kerugian gesekan dalam pipa hisap dengan bilangan Reynold

Guna memahami kerugian gesek pada pipa (f) haruslah diketahui dulu sifat aliran melalui pemakaian bilangan reynold (Re) V_i = diperoleh melalui perhitungan kecepatan aliran pada sisi isap, d = diameter pipa, μ = diperoleh melalui tabel viskositas kinetik zat cair^[16]. Berikut perhitungan headloss untuk bukaan katup 60°:

$$Re = \frac{V.D}{\mu}$$

$$Re = \frac{0.142 \times 0.0190}{1.307 \times 10^{-6}}$$

$$Re = \frac{0.001698}{0.000001307}$$

$$Re = 2064,3 (Re < 4000)$$

Guna memperoleh faktor gesekan pada pipa isap bisa dipakai diagram moody perlu diketahui ϵ/d , sudah diketahui ϵ/d kekasaran relatif pada pipa yaitu: 0,007. Dari diagram moody diperoleh factor gesekan pada pipa isap yakni $\lambda = 5,9$

3.) Head kerugian gesek pada pipa lurus isap (Li)

Dalam menghitung kerugian pada dinding pipa terhadap aliran fluida menggunakan persamaan Darcy. Panjang pipa isap 1,10 m.

$$hf = \lambda \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} (m)$$

$$hf = 5.9 \frac{1.1}{0.019} \frac{0.142^2}{2 \cdot 9.81} (m)$$

$$hf = 5.9 \frac{0.0222}{0.373} (m)$$

$$hf = 0.35 m$$

4.) Kerugian elbow pada pipa isap (hi)

Pada sambungan pipa isap ada satu sambungan elbow bernilai kerugian yakni $k = 1,129$ (faktor kerugian pada belokan pipa), maka bisa dihitung rumusnya:

$$h_{l1} = n \cdot k l \frac{v^2}{2g} (m)$$

$$h_{l1} = 1 \cdot 1,129 \frac{0.142^2}{2 \cdot 9.81} (m)$$

$$h_{l1} = 1,129 \frac{0.0222}{19.62} (m)$$

$$h_{l1} = 0.000116 m$$

5.) Kerugian head para saringan bawah dan katup isap

Faktor kerugian pada saringan bawah serta katup isap, $k = 1,97$ (diambil dari tabel faktor kerugian katup) maka:

$$h_{l2} = k \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{l2} = 1,97 \frac{0.142^2}{2 \cdot 9.81} (m)$$

$$h_{l2} = 1,97 \frac{0.0222}{19.62} (m)$$

$$h_{l2} = 0.00203 m$$

melalui hasil hitungan kerugian head, sehingga jumlah keseluruhan kerugian head, head pada pipa isap lurus, sambungan serta katup bawah dan saringan, ialah:

$$h_{li} = h_f + h_{l1} + h_{l2} \text{ (m)}$$

$$h_{li} = 0.35 + 0.000116 + 0.00203 \text{ (m)}$$

$$h_{li} = 0.35319 \text{ m}$$

6.) Head kecepatan keluar

Guna menghitung head ini memakai rumus seperti di bawah:

$$\text{Head kecepatan keluar} = \frac{v_t^2}{2g} \text{ (m/s)}$$

$$\text{Head kecepatan keluar} = \frac{0.142^2}{2.9.81} \text{ (m/s)}$$

$$\text{Head kecepatan keluar} = \frac{0.020164}{19.62} \text{ (m/s)}$$

$$\text{Head kecepatan keluar} = 0.000103 \text{ m/s}$$

7.) Head total pada bukaan katup 60°

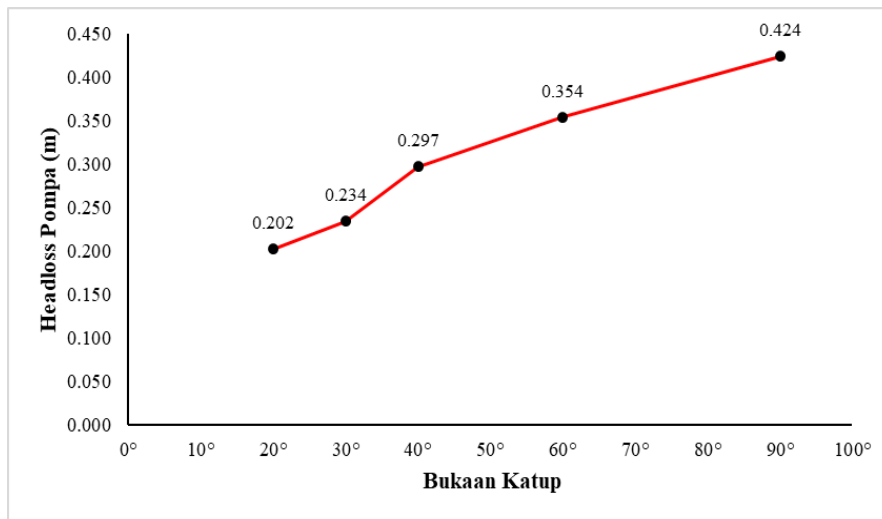
Pada penelitian ini antar permukaan air dalam sisi bawah serta atas tidak mempunyai tekanan maka nilai $DH_p = 0$

$$H = H_s + H_p + h + \frac{v_t^2}{2g} \text{ (m)}$$

$$H = 0.35 + 0 + 0.00319 + 0.00103 \text{ (m)}$$

$$H = 0.354 \text{ m}$$

Berikut hasil pengaruh bukaan katup terhadap headloss pompa yang dihasilkan:



Gambar 4. Garfik hubungan bukaan katup dengan *Headloss* pompa

Head total pompa merupakan kemampuan tekanan maksimal pada titik kerja pompa, sehingga pompa tersebut mampu mengalirkan air dari titik isap sampai ke titik luar. Pada bukaan katup 20° didapat kehilangan energi senilai 0,202 m, pada bukaan katup 40° nilai headlossnya senilai 0,234 m, dan ketika bukaan katup dibuka pada 60° dihasilkan kehilangan energi sebesar 0,354 m, dan tertinggi pada bukaan katup 90° sebesar 0,424 m artinya semakin besaran bukaan katup akan berpengaruh pada kemampuan pompa dalam menyalurkan air dan semakin besar pula

kehilangan energi yang dihasilkan. Dalam penelitian sebelumnya dari (Seri et al., 2020)^[17] yang menunjukan bahwa nilai kehilangan energi yang tidak sama disetiap bukaan katup hal itu menunjukkan bahwa bukaan katup dapat mempengaruhi nilai head total pompa. Ketika bukaan katup diperkecil, aliran fluida di dalam sistem akan mengalami peningkatan kecepatan, yang menyebabkan peningkatan kerugian gesekan dan tekanan dinamis. Jika bukaan katup diperbesar, aliran fluida akan mengalami penurunan kecepatan dan kerugian gesekan, yang dapat meningkatkan nilai head total pompa.

Untuk mengetahui Nilai Efisiensi Pompa terlebih dahulu mengetahui putaran mesin pompa dengan di buat tetap 59,99 rpm, mengitung torsi dan daya mekanik maka persamaan sebagai berikut :

1. Torsi atau momen putar adalah hasil perkalian gaya dengan Panjang lengan gaya, pompa sentrifugal membutuhkan torsi yang besarnya sama dengan torsi yang dikeluarkan oleh motor listrik.

$$T = F \cdot r$$

Dimana :

$$T = \text{Torsi}$$

$$F = \text{Gaya yang bekerja pada pompa (N)}$$

$$r = \text{Panjang Lengan Gaya (m)}$$

Perhitungan torsi

$$T = F \cdot r$$

$$= 9,8 \text{ N} \cdot 0,15 \text{ m}$$

$$= 1,47 \text{ Nm}$$

2. Daya mekanik adalah daya yang dihasilkan pada poros turbin dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut :

$$P_m = \frac{2 \cdot n \cdot \pi \cdot T}{60}$$

dimana:

$$P_m = \text{Daya mekanik (Watt),}$$

$$T = \text{Torsi (Nm)}$$

$$\pi = 3.14$$

$$n = \text{kecepatan putar (rpm)}$$

$$\begin{aligned} P_m &= \frac{2 \cdot n \cdot \pi \cdot T}{60} \\ &= \frac{2 \cdot 59,99 \text{ n} \cdot 3.14 \pi \cdot 1,47 \text{ N/m}}{60 \text{ s}} \\ &= 9,230 \text{ Watt} \end{aligned}$$

3. Perhitungan Nilai efisiensi Pompa

$$\eta_p = \frac{P_h}{P_m} \times 100\%$$

Dimana:

$$\eta_p = \text{Efisiensi pompa (\%)}$$

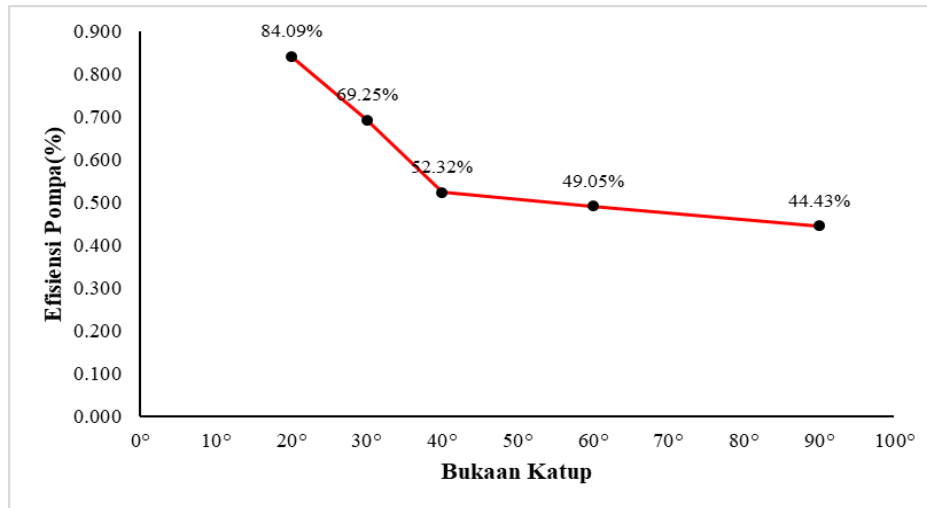
$$P_h = \text{Daya hidrolis (kW)}$$

$$P_m = \text{Daya Mekanik (kW)}$$

a. Perhitungan nilai efisiensi pompa dengan bukaan katup 20°

$$\begin{aligned} \eta_p &= \frac{21,483 \text{ kW}}{9,230 \text{ kW}} \times 100\% \\ &= 2,327 \% \end{aligned}$$

Hasil analisis perhitungan pengaruh bukaan katup terhadap efisiensi pompa dapat dilihat dalam grafik di bawah ini:



Gambar 5 Grafik hubungan bukaan katup dengan efisiensi pompa

Hasil analisa pompa sentrifugal terhadap nilai efisiensi pompa dengan variasi bukaan katup, pada grafik nilai efisiensi pompa dari hasil penelitian ini adalah untuk bukaan katup 20° sebesar 84,09 %, pada bukaan katup 30° menjadi turun sebesar 69,25 %, lalu pada bukaan katup 40° turun lebih kecil 53,32 %, pada bukaan katup katup 60° sebesar 49,09 %, dan pada bukaan katup ditambah 90° turun lebih kecil menjadi 44,43 %. Artinya semakin besar bukaan katup maka semakin kecil pula nilai efisiensi pompa yang dihasilkan. Penelitian ini sesuai dengan referensi sebelumnya yang membahas tentang nilai efisiensi pompa yang terpakai pada alat uji aliran fluida pada pompa sentrifugal oleh Reza Levi Sandi.^[18]

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan pada penelitian ini yang didasari pada hasil analisa penelitian, sebagai berikut :

1. Nilai daya listrik yang dihasilkan pada alat uji aliran fluida dengan bukaan katup 20° sebesar 509,22 Watt, dan tertinggi terdapat pada bukaan katup 90° sebesar 565,65 Watt.
2. Nilai daya hidrolis dihasilkan pada alat uji aliran fluida dengan bukaan katup 20° sebesar 0,429 Watt, dan tertinggi terdapat pada bukaan katup 90° sebesar 20,776 Watt.

3. Nilai *Headloss* total pompa pada bukaan katup 20⁰ sebesar 0,202 m dan tertinggi terdapat pada bukaan katup 90⁰ sebesar 0,424 m.
4. Nilai efisiensi yang dihasilkan pada alat uji aliran fluida tertinggi pada bukaan katup 20⁰ sebesar 84,09% %, dan terendah bukaan katup 90⁰ sebesar 44, 43% %.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agustian. (2013). *Tipe Sistem Kendali*. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- [2] Digdoyo, A., & Djamruddin, D. (2020). *Performa Alat Uji Pompa Sentrifugal Pada Putaran 1200 RPM dan 800 RPM*. 1–7.
- [3] Zahara, S. (2018). *Analisa Permansi Pompa Sentrifugal Dengan Variasi Kecepatan Putaran Mesin Dan Debit Aliran*. Teknik Mesin, Universitas IBA, Palembang, 6(2), 102–110.
- [4] Tornando, T. (2020). *Analisa Pengaruh Variasi Kecepatan Putaran Pompa pada Perancangan Alat Uji Pompa Tunggal, Seri Dan Paralel*. In *Analisa Pengaruh Variasi Kecepatan Putaran Pompa pada Perancangan Alat Uji Pompa Tunggal, Seri Dan Paralel*.
- [5] Luwripan, A. B. A. K. (2019). *Analisa Unjuk Kerja Pada Alat Uji Pompa Seri Dan Paralel*. *Paulus Mechanical Engineering Journal*, 1(1), 1–13.
- [6] Maulana, M. I., & Sujana, I. (2021). *Perencanaan Rancangan Alat Pompa Sentrifugal Dengan Sistem Paralel Sebagai Alat Uji Karakteristik*. 2(1), 75–80.
- [7] Syahrizal, I., & Perdana, D. (2019). *Kajian eksperimen instalasi pompa seri dan paralel terhadap efisiensi penggunaan energi*. 8(2), 194–200.
- [8] Tarigan, K. (2020). *Pengujian Karakteristik Pompa Sentrifugal Susunan Seri Dan Paralel Dengan Tiga Pompa Pada Spesifikasi Yang Berbeda*. *Jurnal Ilmiah Kohesi Universitas Darma Agung*, 4(2), 31–42.
- [9] Surya Agus Pratama. (2017). *Analisa Kinerja Aliran Fluida Pada Pompa Sentrifugal Dengan Variasi Panjang Sudu Impeller*. In *Gastronomía ecuatoriana y turismo local*. (Vol. 1, Issue 69).
- [10] Muhfari. (2020). *Aliran pada Saluran Tertutup (Pipa)*. *Mekanika Fluida*, 1–23.
- [11] Dharma, U. S., & Prasetyo, G. (2015). *Pengaruh Perubahan Laju Aliran Terhadap Tekanan Dan Jenis Aliran Yang Terjadi Pada Alat Uji Praktikum Mekanika Fluida*. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 1(2). <https://doi.org/10.24127/trb.v1i2.653>
- [12] Surya Agus Pratama. (2017). *Analisa Kinerja Aliran Fluida Pada Pompa Sentrifugal Dengan Variasi Panjang Sudu Impeller*. In *Gastronomía ecuatoriana y turismo local*. (Vol. 1, Issue 69).
- [13] Suwoto, G. (2014). *Kaji Eksperimental Kinerja Turbin Air Hasil Modifikasi Pompa Sentrifugal untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro*. SNST Ke-3 Tahun 2012, 60–64.
- [14] Wadan, F. K. wutun, Sains, F., Teknologi, D. A. N., & Dharma, U. S. (2015). *Low-Speed Centrifugal Pump Number Blades 3 With the Head 2 , 1 Meters*.
- [15] Wardianto, D. (2016). *BAB I PENDAHULUAN 1 . 2 . Tujuan Perancangan Pada Rangkaian Pipa Elbow 1 . 4 . Manfaat Perancangan Pada Pipa Fluida Air*.
- [16] Luwripan, A. B. A. K. (2019). *Analisa Unjuk Kerja Pada Alat Uji Pompa Seri Dan Paralel*. *Paulus Mechanical Engineering Journal*, 1(1), 1–13.
- [17] Seri, R., Paralel, D. A. N., & Widodo, E. (2020). *Analisis head pompa sentrifugal pada rangkaian seri dan paralel*. 46–56.
- [18] Reza Levi Sandi, T., Energi, K., Studi, P., Mesin, T., Teknik, F., Muhammadiyah, U., & Utara, S. (2017). *Analisa kinerja aliran fluida pada Pompa sentrifugal dengan variasi jumlah sudu impeller*