

PENGARUH TEMPERATUR AIR, KECEPATAN PUTAR POMPA, DAN JUMLAH BILAH IMPELLER TERHADAP KARAKTERISTIK POMPA SENTRIFUGAL *TORQUE FLOW IMPELLER TYPE CLOSED*

Hibatullah B. Lutfi

Teknik Mesin Konversi Energi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: hibatullahlutfi@mhs.unesa.ac.id

Indra Herlamba Siregar, S.T.,M.T.

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: indra-adsite2006@yahoo.com

Abstrak

Performa dari pompa sentrifugal dapat dilihat dari nilai efisiensi, *head*, *net positive section head* (npsH), dan kebisingan pompa itu sendiri. Impeller adalah salah satu komponen pompa yang sangat penting karena dapat mempengaruhi performa pompa sentrifugal, terdapat beberapa jenis impeller yaitu, impeller terbuka, impeller semi-terbuka, dan impeller tertutup. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Teknik analisa data dalam penelitian ini menggunakan analisis data statistika deskriptif kuantitatif yaitu menggambarkan hasil penelitian secara grafis dalam table dan grafik. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh variasi temperatur air, variasi kecepatan putar motor dan variasi jumlah bilah impeller terhadap nilai efisiensi, *head*, NPSH, dan kebisingan pompa. Variasi temperatur air yang digunakan adalah 30° C, 45° C, dan 60° C, dan untuk variasi kecepatan putar motor yaitu 1500 rpm, 2000 rpm, dan 2500 rpm. Sedangkan untuk variasi jumlah bilah yang digunakan pada penelitian ini adalah 7 bilah, 8 bilah, dan 9 bilah. Jenis impeller yang digunakan dalam penelitian ini adalah impeller jenis tertutup. Hasil penelitian ini diperoleh bahwa *head* tertinggi yaitu 11,96 m dan kapasitas tertinggi yaitu 52 lpm pada temperatur air 30° C kecepatan 2500 rpm dan impeller bilah 8. Sedangkan untuk efisiensi tertinggi yaitu 61,76 % didapatkan pada temperatur air 30° C kecepatan 2000 rpm impeller bilah 8 dan untuk NPSHa tertinggi didapatkan pada temperatur air 30° C kecepatan 1500 rpm dan impeller bilah 7. Dan kebisingan terendah yaitu 65,7 dB didapatkan pada kecepatan 1500 rpm impeller bilah 7.

Kata Kunci : pompa sentrifugal, impeller, NPSH, efisiensi.

Abstract

The performance of the centrifugal pump can be seen from the value of efficiency, head, net positive section head (npsH), and the noise of the pump itself. Impeller is a pump component that is very important because it can affect the performance of centrifugal pumps, there are several types of impellers, namely, open impellers, semi-open impellers, and closed impellers. This research is using experimental method. The data analysis technique in this study use quantitative descriptive statistical, which graphically describes the results of research in tables and graphs. The research was conducted to analyze the effect of variations in water temperature, variations in motor rotational speed and variations in the number of impeller blades to the value of efficiency, head, NPSH, and pump noise. The temperature variations of water used are 30 °C, 45 °C, and 60 °C, and for variations in motor rotational speed which are 1500 rpm, 2000 rpm and 2500 rpm. While for the variation of the number of blades used in this study were 7 blades, 8 blades, and 9 blades. The type of impeller used in this study is a closed type impeller. The results of this research obtained that the highest head was produced at 11.96 m and the highest capacity was 52 lpm at a water temperature of 30 °C at 2500 rpm and impeller for blade 8. Whereas the highest efficiency is 61.76% obtained at a water temperature of 30 °C the speed of 2000 rpm impeller blades 8 and the highest NPSHa is obtained at a water temperature of 30 °C speed 1500 rpm and impeller blade 7. And the lowest noise is 65.7 dB obtained at a speed of 1500 rpm impeller blades 7.

Keywords: centrifugal pump, impeller, NPSH, efficiency.

PENDAHULUAN

Air adalah salah satu fluida yang sangat penting dan sangat sering digunakan baik pada industri ataupun pada rumah tangga.

Dikarenakan sifat air adalah mengalir dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah maka dibutuhkanlah alat yang dapat memindahkan air dari tempat yang rendah ke tempat yang tinggi, maka disinilah pompa digunakan.

Pompa adalah salah satu alat yang banyak digunakan baik oleh industri maupun rumah tangga. Pompa sendiri

adalah sebuah alat yang berfungsi memindahkan fluida (air) dari satu tempat ke tempat yang lain dengan cara menaikkan tekanan fluida (air) tersebut. Terdapat beberapa jenis pompa yang digunakan, salah satunya adalah pompa sentrifugal.

Pompa sentrifugal memiliki sisi hisap (*section*) dan sisi keluaran (*discharge*). Tekanan pada sisi hisap (*section*) lebih rendah daripada tekanan pada sisi keluaran (*discharge*), karena perbedaan tekanan itulah fluida dapat mengalir atau berpindah dari satu tempat ke tempat yang lain.

Pompa sentrifugal memiliki beberapa komponen penting, salah satunya adalah impeller. Impeller memegang peranan penting dalam menaikkan nilai *head*, *net positive section head* (NPSH), dan kapasitas pompa, tingginya nilai *head* dan kapasitas pompa sangat mempengaruhi efisiensi pompa sentrifugal tersebut. Desain impeller yang banyak digunakan dalam penelitian rata-rata menggunakan impeller dengan sudut β_2 kuang dari 90° . Menurut Lempoy (2010), “impeller terdiri dari tiga sudut β_2 , yaitu sudut yang kurang dari 90° , sama dengan 90° dan lebih dari 90° .”

Selain dari perbedaan sudut tersebut, impeller juga memiliki beberapa jenis yaitu *open impeller*, *semi open impeller* dan *close impeller*. Setiap jenis impeller memiliki fungsi yang sama hanya saja fluida air yang digunakan memiliki karakteristik yang berbeda-beda, contohnya impeller jenis *close* lebih bagus digunakan pada air yang jernih.

Liu, *et al* (2001) telah mengklarifikasi bahwa performa dari pompa sentrifugal mini berdasarkan pada metode desain konvensional menggunakan impeller tertutup lebih baik dibandingkan impeller semi-terbuka. Tetapi disisi lain, impeller semi-terbuka juga cocok untuk pompa sentrifugal mini dilihat dari sisi pemeliharaan pompa dan pembuatan impeller.

Parameter yang paling menentukan dari kinerja pompa sentrifugal adalah kapasitas debit keluaran air, kemudian sudut keluar dari sudu impeller, banyaknya sudu impeller, dan laju kecepatan aliran fluida.

Parameter tersebut akan mempengaruhi efisiensi pompa, desain pengerjaan pompa dan debit aliran yang konstan (Gourav and Vadaliya, 2014).

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang pesat tetapi tidak diimbangi dengan perkembangan alat, membuat fungsi pompa menjadi kurang optimal. Salah satu cara untuk meningkatkan kinerja pompa adalah dengan menambahkan jumlah sudu pada impeller.

Selain dari penambahan jumlah sudu, efisiensi pompa juga bisa ditingkatkan dengan jenis impeller yang dapat disesuaikan dengan karakteristik fluida (air) yang digunakan.

Banyak penelitian yang mengangkat tentang pompa sentrifugal ini terutama pada bagian impellernya, namun penelitian lebih lanjut tetap dibutuhkan untuk mendapatkan data yang lebih maksimal.

Delly (2009), dalam penelitiannya yang berjudul “Pengaruh Temperatur Terhadap Terjadinya Kavitasi Pada Sudu Pompa Sentrifugal” menyatakan bahwa temperatur berpengaruh terhadap besar tekanan uap fluida yang menyebabkan angka kavitasi bervariasi akibat perubahan temperatur. Angka kavitasi semakin rendah jika temperatur naik. Hal ini disebabkan oleh kenaikan tekanan uap jenuh fluida.

Lempoy (2010), dalam penelitiannya yang berjudul “Desain Bentuk Impeller Sudut Sudut Arah Radial Pada Pompa Sentrifugal” menyatakan bahwa desain bentuk sudut impeller berpengaruh terhadap *head* suatu pompa terutama sudut β_2 yang merupakan sudut yang terbentuk dari garis kecepatan *relative* fluida terhadap impeller.

Houlin, *et al* (2010) dalam penelitiannya yang berjudul “Pengaruh Jumlah Bilah Terhadap Karakteristik Pompa Sentrifugal” menyatakan bahwa *head*, efisiensi dan NPSH_R pompa akan meningkat dengan bertambahnya jumlah sudu impeller, selain itu juga kenaikan jumlah sudu impeller sangat membantu untuk mengurangi hilangnya campuran *jet* dan *wake* pada pompa sentrifugal.

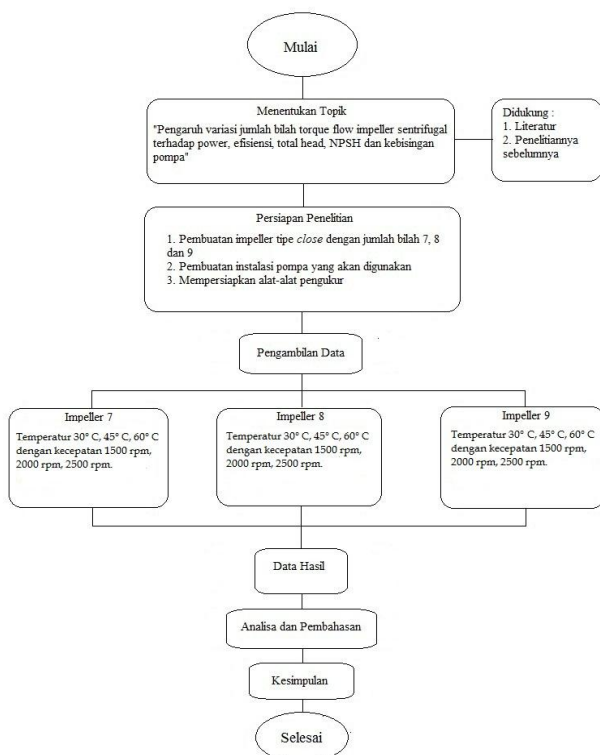
Nugroho, dkk (2014) dalam penelitiannya yang berjudul “Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap Unjuk Kerja dan Kavitasi Pompa Sentrifugal” menyatakan bahwa penambahan jumlah sudu impeller dapat meningkatkan NPSH_R, performa dan efisiensi total pompa.

Rohman (2015), dalam penelitiannya yang berjudul “Pengaruh Jumlah Sudu *Torque Flow Impeller* Terhadap Kinerja Pompa Sentrifugal” menyatakan bahwa semakin banyak jumlah sudu impeller sebanding dengan meningkatnya *head*, kapasitas air yang dipompakan dan efisiensi pompa. Begitu juga dengan pengaruh putaran terhadap kinerja pompa sebanding pula dengan *head* dan kapasitasnya.

Cahyono (2017), dalam penelitiannya yang berjudul “Pengaruh Jumlah Bilah *Torque Flow Impeller* Terhadap NPSH Pompa” menyatakan bahwa penambahan jumlah bilah *torque flow impeller*, kecepatan putaran dan peningkatan suhu fluida mengakibatkan penurunan pada nilai NPSH_a dan kavitasi mulai terjadi saat nilai NPSH_a mengalami penurunan sampai berada dibawah titik penurunan 3% nilai *head* total pompa sentrifugal.

METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Variabel penelitian

- Variabel Bebas (*Independent Variable*)
Variabel bebas yang digunakan pada penelitian “Pengaruh Temperatur Air, Kecepatan Putar Pompa, Dan Jumlah Bilah Impeller Terhadap Karakteristik Pompa Sentrifugal Torque Flow Implier Type Closed” adalah sebagai berikut:
 - Temperatur fluida (air) yang dipompakan 30° C, 45° C dan 60° C.
 - Kecepatan putar poros pompa sentrifugal 1500 rpm, 2000 rpm dan 2500 rpm.
 - Jumlah bilah impeller tipe *closed* : 7 bilah, 8 bilah dan 9 bilah

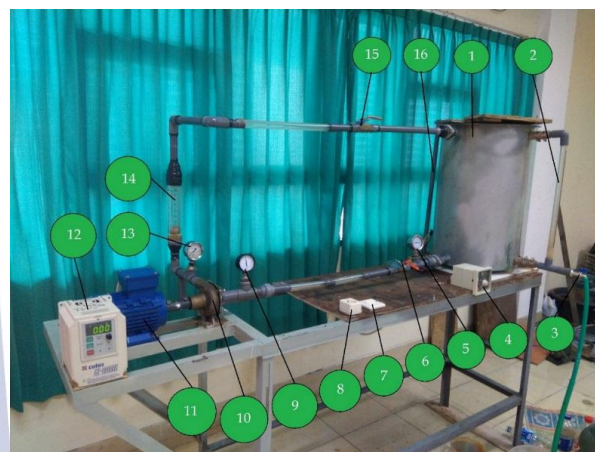


Gambar 3.2 Bentuk Impeller

- Variabel Terikat (*Dependent Variable*)
Variabel terikat dalam penelitian ini adalah tekanan *section*, tekanan *discharge* dan kapasitas serta kebisingan pompa.
- Variabel Kontrol (*Control Variable*)
Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah jenis fluida yang digunakan yaitu air.

Instrumen Dan Alat Penelitian

Alat penelitian adalah alat yang digunakan dalam penelitian, dalam penelitian ini alat-alat yang digunakan adalah sebagai berikut:



Gambar 3.3 Rangkaian instrumen penelitian

Sumber : Dokumentasi

Keterangan:

- | | |
|-------------------------------------|-----------------------------|
| a. Tabung penampung air (Reservoir) | i. Pressure gauge section |
| b. Pengukur ketinggian air | j. Rumah pompa (Volute) |
| c. Kran penguras air | k. Motor listrik |
| d. Thermocontrol | l. Inverter |
| e. Thermometer | m. Pressure gauge discharge |
| f. Valve section | n. Flowmeter |
| g. Saklar | o. Valve discharge |
| h. Stop kontak | p. Thermocouple |

Prosedur Penelitian

- Persiapan awal
 - Menyiapkan alat-alat dan instrumen penelitian.
 - Melakukan perangkaian alat dan instrumen sesuai dengan desain rancangan.
 - Menyiapkan lembar berisi tabel pengambilan data.
 - Melakukan uji coba pada instrumen guna mengetahui apabila terjadi suatu kesalahan sebelum proses pengambilan data dimulai.

- Pengambilan data NPSH
 - a. Memasang impeller dengan jumlah sudu 7 ke dalam rumah pompa (*volute*).
 - b. Memanaskan air pada tabung penampung air (*reservoir*) hingga temperatur 30° C.
 - c. Menyalakan motor listrik sebagai sumber penggerak pompa sentrifugal.
 - d. Mengatur putaran motor dengan mengatur inverter yang terhubung dengan motor listrik pada putaran 1500 rpm.
 - e. Mengatur bukaan *valve section* dari posisi 90° sampai 0°.
 - f. *Valve discharge* dalam keadaan terbuka penuh.
 - g. Mengamati dan mencatat data hasil pengukuran ke dalam tabel, yaitu tekanan *section*, tekanan *discharge* dan kapasitas.
 - h. Mengulangi langkah d sampai g untuk putaran 2000 rpm.
 - i. Mengulangi langkah d sampai g untuk putaran 2500 rpm.
 - j. Memanaskan kembali air pada tabung penampung air (*reservoir*) hingga temperatur 45° C dan mengulangi langkah d sampai i.
 - k. Memanaskan kembali air pada tabung penampung air (*reservoir*) hingga temperatur 60° C dan mengulangi langkah d sampai i.
 - l. Lakukan kembali langkah a sampai k untuk mengambil data pada variasi jumlah sudu 8 dan 9.
- Pengambilan data efisiensi
 - a. Memasang impeller dengan jumlah sudu 7 ke dalam rumah pompa (*volute*).
 - b. Memanaskan air pada tabung penampung air (*reservoir*) hingga temperatur 30° C.
 - c. Menyalakan motor listrik sebagai sumber penggerak pompa sentrifugal.
 - d. Mengatur putaran motor dengan mengatur inverter yang terhubung dengan motor listrik pada putaran 1500 rpm.
 - e. Mengatur bukaan *valve discharge* dari posisi 90° sampai 0°.
 - f. *Valve section* dalam keadaan terbuka penuh.
 - g. Mengamati dan mencatat data hasil pengukuran ke dalam tabel, yaitu tekanan *section*, tekanan *discharge*, *flowmeter*, *ampere meter*, kecepatan putar poros pompa dan kapasitas air yang keluar pada sisi *discharge* serta kebisingan yang ditimbulkan pompa.
 - h. Lakukan kembali langkah c sampai f untuk putaran 2000 rpm.
 - i. Lakukan kembali langkah c sampai f untuk putaran 2500 rpm.

- j. Memanaskan kembali air pada tabung penampung air (*reservoir*) hingga temperatur 45° C dan mengulangi langkah d sampai g.
- k. Memanaskan kembali air pada tabung penampung air (*reservoir*) hingga temperatur 60° C dan mengulangi langkah d sampai g.
- l. Lakukan kembali langkah a sampai k untuk mengambil data pada variasi jumlah sudu 8 dan 9.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada perhitungan ini, data yang digunakan sebagai contoh perhitungan adalah impeller bilah 8 pada kecepatan 2000 rpm. Berikut perhitungan *torque flow impeller* dengan impeller bilah 8 kecepatan 2000 rpm.

➤ NPSH

$$\begin{aligned}
 H_{sv} &= \frac{p_a - p_v}{\gamma} + \frac{p_s}{\gamma} + z_{ps} + \frac{v^2}{2g} \\
 &= \frac{101324 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} - 432.4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}}{995.65 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} + \frac{(-1000) \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}}{995.65 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} + \\
 &\quad 0.465 \text{ m} + \frac{(2.457188212 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \times 9.81 \text{ m/s}^2} \\
 &= 9.51 \text{ m}
 \end{aligned}$$

➤ Head

$$\begin{aligned}
 H &= \frac{P_2 - P_1}{\gamma} + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} + (Z_2 - Z_1) + H_{LT} \\
 &= \frac{3000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} - (-1000) \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}}{995.65 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} + \\
 &\quad \frac{(2.457188212 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 - (2.457188212 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \times 9.81 \text{ m/s}^2} + 0.115 \text{ m} + \\
 &\quad 3.78 \text{ m} \\
 &= 7.92 \text{ m}
 \end{aligned}$$

➤ Water Horse Power

$$\begin{aligned}
 \text{WHP} &= \rho \times g \times Q \times H \\
 &= 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9.81 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 0.0007 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times 7.92 \text{ m} \\
 &= 54.39 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

➤ Break Horse Power

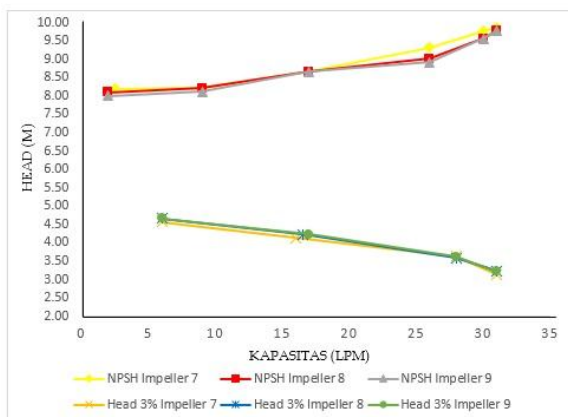
$$\begin{aligned}
 \text{BHP} &= \text{Efisiensi motor} \times P_m \\
 &= 0.43 \times 203,7099596 \text{ watt} \\
 &= 88.07 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

➤ Efisiensi

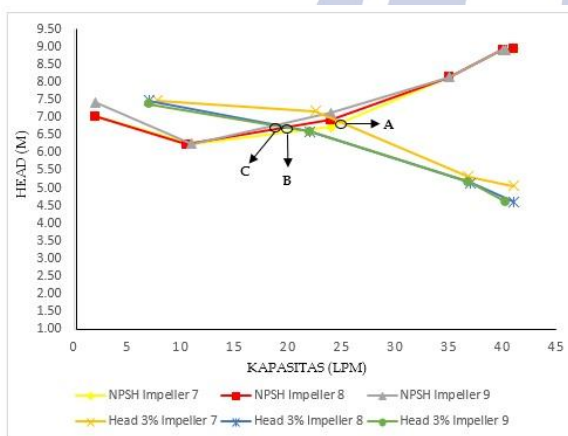
$$\begin{aligned}
 \eta &= \frac{\text{WHP}}{\text{BHP}} \times 100\% \\
 &= \frac{54.39811754 \text{ watt}}{88.07061701 \text{ watt}} \times 100\% \\
 &= 61.76 \%
 \end{aligned}$$

Analisis

- Pengaruh Temperatur Air, Kecepatan Putar Pompa, dan Jumlah Bilah Impeller Terhadap NPSH Pompa



Gambar 4.1 Grafik NPSH pada kecepatan 1500 rpm temperatur 30° C

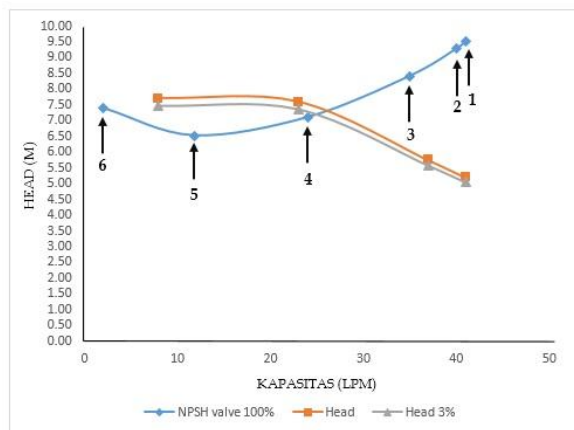


Gambar 4.2 Grafik NPSH pada kecepatan 2000 rpm temperatur 30° C

Dari grafik gambar 4.1 dapat di amati bahwa ketiga impeller tidak mengalami kavitasi pada temperatur 30° C dan kecepatan 1500 rpm, ini dikarenakan nilai NPSHa lebih besar dari nilai NPSHr. Sedangkan pada grafik gambar 4.2 dapat diamati bahwa ketiga impeller mengalami kavitasi pada temperatur 45° C dan kecepatan 2000 rpm, ini dikarenakan nilai NPSHa pada titik tertentu lebih rendah dari nilai NPSHr.

Semakin tinggi temperatur air mengakibatkan turunnya nilai NPSHa dan NPSHr pompa, sedangkan semakin tinggi kecepatan putar pompa mengakibatkan turunnya nilai NPSHa tetapi nilai NPSHr meningkat. Penambahan jumlah bilah impeller mengakibatkan turunnya nilai NPSHa tetapi nilai NPSHr meningkat. Nilai NPSHa tertinggi yaitu 9,87 m didapatkan pada temperatur 30° C, kecepatan 1500 rpm dan impeller bilah 7.

- Analisis Hubungan Antara NPSHa, Head, dan Kapasitas Terhadap Gejala Kavitasi



Gambar 4.3 Kurva Q-H pada impeller 7 kecepatan 2000 rpm temperatur 30° C

Dari gambar 4.3 di atas yaitu kurva pengujian nilai NPSH, dapat kita amati bahwa nilai *head* pompa menurun dan kapasitas meningkat pada bukaan *valve discharge* 100% (90°) dan selanjutnya dihitung penurunan nilai *head* 3% sebagai acuan gejala kavitasi. Selanjutnya kita amati penurunan nilai NPSHa yang memotong 4 titik garis kurva *head* 3% pada grafik diatas. Peristiwa kavitasi dapat kita ketahui dengan melihat 6 titik pada garis kurva NPSHa yang dimulai dari yang tertinggi ke yang terendah yaitu 9,49 m, 9,28 m, 8,41 m, 7,09 m, 6,52 m, 7,4 m. Dari grafik diatas bisa dilihat bahwa kavitasi mulai terjadi pada titik ke 5 atau pada nilai NPSHa 6,52 m. Untuk memperjelas gambaran kavitasi, perhatikan gambar aliran masuk pada sisi *section* pompa sebagai berikut:



Gambar 4.4 Aliran fluida pada titik 1 di kurva Q-H impeller 7 kecepatan 2000 rpm temperatur 30° C



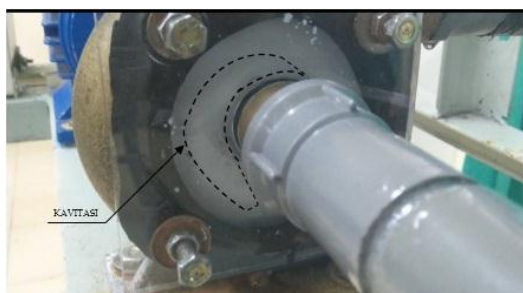
Gambar 4.5 Aliran fluida pada titik 2 di kurva Q-H impeller 7 kecepatan 2000 rpm temperatur 30° C



Gambar 4.6 Aliran fluida pada titik 3 di kurva Q-H impeller 7 kecepatan 2000 rpm temperatur 30° C



Gambar 4.7 Aliran fluida pada titik 4 di kurva Q-H impeller 7 kecepatan 2000 rpm temperatur 30° C

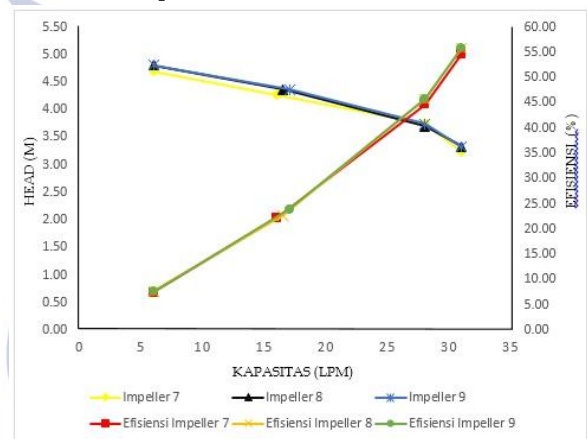


Gambar 4.8 Aliran fluida pada titik 5 di kurva Q-H impeller 7 kecepatan 2000 rpm temperatur 30° C

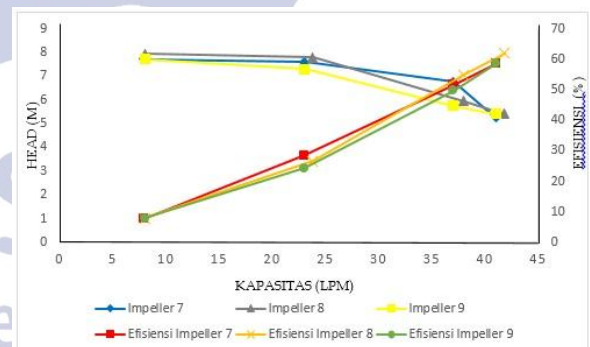


Gambar 4.9 Aliran fluida pada titik 6 di kurva Q-H impeller 7 kecepatan 2000 rpm temperatur 30° C

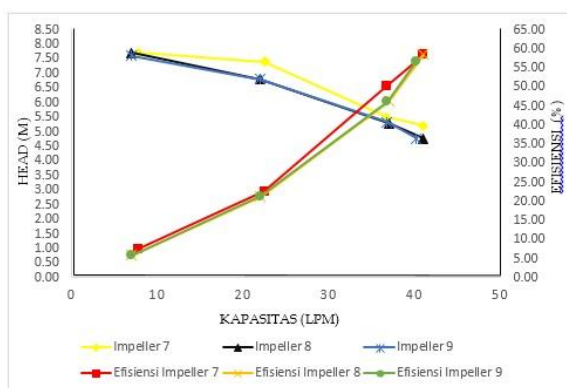
- Analisis Pengaruh Temperatur Air, Kecepatan Putar Pompa, dan Jumlah Bilah Impeller Terhadap Efisiensi Pompa.



Gambar 4.10 Grafik efisiensi pada kecepatan 1500 rpm temperatur 30° C



Gambar 4.11 Grafik efisiensi pada kecepatan 2000 rpm temperatur 30° C



Gambar 4.12 Grafik efisiensi pada kecepatan 2000 rpm temperatur 45° C

Dari grafik-grafik di atas dapat diamati bahwa semakin tinggi temperatur air maka semakin rendah *head*, kapasitas dan efisiensi yang dihasilkan pompa, ini dikarenakan semakin banyak air yang berubah menjadi uap karena temperatur yang tinggi sehingga volume air yang dialirkan oleh pompa berkurang. Sedangkan semakin bertambah kecepatan putar pompa dan jumlah bilah impeller maka semakin tinggi *head*, kapasitas dan efisiensi pompa, ini dikarenakan semakin tinggi kecepatan putaran pompa dan semakin banyak jumlah bilah impeller maka semakin besar daya hisapnya sehingga lebih banyak air yang dialirkan oleh pompa.

Nilai *head* tertinggi 11,96 m dan kapasitas tertinggi yaitu 52 lpm didapatkan pada temperatur 30° C, kecepatan 2500 rpm dan impeller bilah 8. Sedangkan efisiensi tertinggi 61,76 % didapatkan pada temperatur 30° C, kecepatan 2000 rpm dan impeller bilah 8.

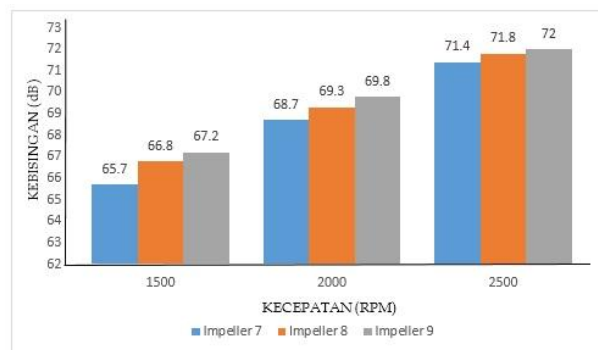
- Analisis Pengaruh Jumlah Bilah Pada Impeller dan Variasi Kecepatan Putaran Terhadap Kebisingan Pompa.

Pada tabel 4.1 di bawah, menunjukkan data kebisingan yang dihasilkan oleh variasi jumlah impeller dan variasi kecepatan putaran.

Tabel 4.1 Data Kebisingan Pada Variasi Jumlah Impeller dan Variasi Kecepatan Putaran

Kecepatan (Rpm)	Kebisingan (dB)		
	Impeller 7	Impeller 8	Impeller 9
1500	65,7	66,8	67,2
2000	68,7	69,3	69,8
2500	71,4	71,8	72

Dari tabel 4.1 di atas, selanjutnya dibuat grafik yang akan dianalisis sebagai berikut:



Gambar 4.13 Grafik kebisingan yang ditimbulkan oleh variasi jumlah bilah impeller dan variasi kecepatan putaran

Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa semakin tinggi kecepatan putaran maka semakin besar pula kebisingan yang ditimbulkan oleh pompa. Nilai kebisingan tertinggi ditimbulkan oleh pompa pada kecepatan 2500 rpm dan impeller bilah 9 yaitu 72 dB, sedangkan nilai kebisingan terendah ditimbulkan oleh pompa pada kecepatan 1500 rpm dan impeller bilah 7 yaitu 65,7 dB. Dari sini dapat disimpulkan bahwa tingginya kecepatan putaran dan banyaknya jumlah bilah berbanding lurus dengan nilai kebisingan yang dihasilkan.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan tentang pengaruh temperatur air, kecepatan putar pompa, dan jumlah bilah impeller terhadap karakteristik pompa sentrifugal *torque flow impeller type closed*, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Semakin tinggi temperatur air, semakin besar kecepatan putar pompa dan semakin banyak jumlah bilah impeller berdampak pada turunya nilai NPSHa pompa.
- Tingginya temperatur air berdampak pada turunya nilai *head*, kapasitas air yang dipompakan dan efisiensi pompa. Sedangkan penambahan kecepatan putar pompa dan jumlah bilah impeller berbanding lurus dengan meningkatnya nilai *head*, kapasitas air yang dipompakan, efisiensi pompa dan juga kebisingan pompa.
- Nilai *head* tertinggi adalah 11,96 m dan kapasitas tertinggi adalah 52 lpm pada impeller bilah 8 putaran 2500 rpm. Untuk efisiensi tertinggi didapatkan pada impeller bilah 8 putaran 2000 rpm sebesar 61,76 %, sedangkan NPSHa tertinggi didapatkan pada

impeller bilah 7 putaran 1500 rpm temperatur 30° C yaitu 9,86 m. Dan kebisingan terendah yaitu 65,7 dB didapatkan pada impeller bilah 7 putaran 1500 rpm.

Saran

Berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan tentang pengaruh temperatur air, kecepatan putar pompa, dan jumlah bilah impeller terhadap karakteristik pompa sentrifugal *torque flow impeller type closed*, maka dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut:

- Sebaiknya untuk penelitian selanjutnya digunakan rumah keong yang lebih transparan agar aliran air bisa lebih terlihat khususnya untuk impeller tipe tertutup.
- Dan untuk meningkatkan *head*, kapasitas dan efisiensi disarankan untuk memberi variasi jarak antar bilah dengan cara memodifikasi panjang dan lebar bilah serta melebarkan diameter impeller.
- Disarankan untuk menguji tingkat getaran yang dihasilkan pompa untuk penelitian selanjutnya.
- Sebisanya mungkin meningkatkan temperatur air sampai titik didih maksimum untuk mengetahui lebih jauh mengenai hubungan tekanan uap jenuh pada penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Baiuanggara. 4 Januari 2009. Prinsip Kerja Pompa Sentrifugal, (Online), (<https://baiuanggara.wordpress.com/2009/01/04/prinsip-kerja-pompa-sentrifugal/>), diakses 8 Januari 2018).
- Cahyono, Dwi. 2017. "Pengaruh Jumlah Bilah Torque Flow Impeller Terhadap NPSH Pompa". JTM. Vol. 05 (01): hal 111-118.
- Delly, Jenny. 2009. "Pengaruh Temperatur Terhadap Terjadinya Kavitas pada Sudu Pompa Sentrifugal". DINAMIKA Jurnal Ilmiah Teknik Mesin. Vol 01 No. 01.
- Gaurav, M. Monaharl., and Vadaliya, A. 2014. "Parametric Study of Centrifugal Pump Impeller-A Review". International Journal of Advance Research and Technology. Vol 02 pp. 1-4.
- Houlin, LIU., Yong, WANG., Shouqi, YUAN., Minggao, TAN., and Kai, WANG. 2010. "Effects of Blade Number on Characteristic of Centrifugal Pump". CHINESE JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING. Vol 23 No. 6.
- Junaidi, Fathona Fajri. 2014. "Analisis Distribusi Kecepatan Aliran Sungai Musi (Ruas Jembatan Ampera Sampai Dengan Pulau Kemaro)". Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan. Vol. 2 No 3.
- Karasik, Igor J., William C. Krutzsc., Warren H. Frase., Joseph Messina. 2001. *Pump Handbook* 3th edition. McGraw Hillbokk: Amerika Serikat.
- Kurdi, Ojo dan Arijanto. 2007. "Aspek Torsi dan Daya pada Mesin Sepeda Motor 4 Langkah dengan Bahan Campuran Premium – Methanol". Vol. 9 (02).
- Lempoy, Kennie A. 2010. *Desain Bentuk Sudut Sudut Arah Radial Pada Pompa Sentrifugal*. Jurnal TEKNO. Vol 08 No. 53.
- Liu, Shuhong., Nishi, MICHIRO., Yoshida, Kouichi. 2001. "Impeller Geometry Suitable for Mini Turbo-Pump". ASME J. Fluids Engineering. Vol 123 No. 3: 500-506.
- Martin, George H. 1985. Kinematika dan Dinamika Teknik. ERLANGGA.
- Natanagara, Novhan Dwi. 14 Maret 2011. Sekilas Tentang Pompa Sentrifugal, (Online), (<http://novhan-natanagara.blogspot.com/2011/03/sekilas-tentang-pompa-sentrifugal.html>), diakses 8 Januari 2018).
- Nouwen, A. and Amir, B. S. 1981. *Pumping Machinery*. Jakarta: Bhatara Karya Aksara.
- Nugroho, Sigit., J, Wibawa E., Himawanto, Dwi Aries. 2014. "Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap Unjuk Kerja Dan Kavitas Pompa Sentrifugal". UNS. Vol 12 (12): hal 78-83.
- Oyelami, A. T., Adejuyigbe, S. B., Waheed, M. A., Ogunkoya, A. K., and Iliya, D. 2012. "Analysis of Radial-Flow Impellers of Different Configurations". The Pacific Journal of Science and Technology. Vol 13 No. 1.
- Rohman, Erik Wahkidur. 2015. "Uji Eksperimen Pengaruh Jumlah Sudu Torque Flow Impeller Terhadap Kinerja Pompa Sentrifugal". JTM. Vol 03 (03): hal 145-152.
- Sembada, Satrya. 2017. "Pengaruh Jumlah Bilah Centrifugal Impeller Terhadap NPSH Pompa". JTM. Vol 05 No. 01: hal 101-110.
- Shigemitsu, Toru., Fukutomi, Junichiro., Kaji, Kensuke., and Wada, Takashi. 2013. "Performance of Internal Flow Condition of Mini Centrifugal Pump with Splitter Blades". International Journal of Fluid Machinery and Systems. Vol 6 No. 1.
- Sihite, Alexander Nico P., dan Nasution, A. Halim. 2013. "Analisis Kerugian Head Pada Sistem Perpipaan

Bahan Bakar HSD PLTU Sicanang Menggunakan Program Analisis Aliran Fluida”. Vol. 04(04): ISSN 2338-1035.

Siregar, Indra Herlamba. 2013. *Pompa Sentrifugal*. Surabaya: Unesa University Press.

Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Penerbit Alfabeta.

Suhane, Amit. 2012. “*Experimental Study on Centrifugal Pump to Determine the Effect of Radial Clearance on Pressure Pulsations, Vibrations and Noise*”. International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA). Vol 2.

Sularso dan Tahara, Haruo. 2000. *Pompa dan Kompresor*. Jakarta: Penerbit Pradnya Paramitha.

Tim Penulis. 2014. *Buku Pedoman Penulisan dan Ujian Skripsi Unesa*. Surabaya: Unesa.

Wardhana dan Arya, Wisnu. 2001. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Wibowo, Priyo Ari. 2013. “*Analisis Penurunan Head Losses Pada Belokan Pipa 180° Dengan Variasi Non Tube Bundle, Tube Bundle 0,25 Inchi dan Tube Bundle 0,5 Inchi*”. Vol. 01(01): ISSN 2085-8817.

Yohana, Eflita dan Nugroho, Ari. 2016. “*Analisa Perhitungan Efisiensi Circulating Water Pump 76LKSA-18 Pembangkit Listrik Tenaga Uap Menggunakan Metode Analitik*”. Vol. 18(01): 8-12 .

Anonim A. 6 Juli 2012. Diagram Moody, (Online), (<http://matabayangan.blogspot.com/2012/07/diagrammoody.html>), diakses 8 Januari 2018).

Anonim B. 26 Agustus 2013. Kavitasi Pompa, (Online), (<https://www.scribd.com/document/163202880/KavitasiPompa#logout>), diakses 10 Januari 2018).