

## KARAKTERISTIK POMPA SENTRIFUGAL DENGAN BILAH BERALUR DALAM TIPE *CLOSE* IMPELLER

**Dicky Prayogi**

Teknik Mesin Konversi Energi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
e-mail: [dickyprayogi@mhs.unesa.ac.id](mailto:dickyprayogi@mhs.unesa.ac.id)

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

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
e-mail: [indrasiregar@unesa.ac.id](mailto:indrasiregar@unesa.ac.id)

### Abstrak

Performa dari pompa sentrifugal dapat dilihat dari efisiensi, *head*, NPSH dan kebisingan pompa. Performa pompa dipengaruhi oleh kecepatan motor, impeller dan *temperature*. Impeller merupakan salah satu komponen yang dapat meningkatkan performa dari pompa sentrifugal. *Riblets* merupakan sebuah alur dalam dari sebuah plat dimana *riblets* ini mampu mengurangi gaya *drag* dan meningkatkan gaya angkat sehingga pompa tersebut mampu mengangkat fluida yang lebih banyak dibandingkan menggunakan plat datar. Variabel bebas yang digunakan oleh penelitian ini adalah variasi alur dalam impeller, *temperature* dan putaran. Variasi alur dalam impeller adalah 8 sudu tanpa alur, sudu 8 alur datar dan sudu 8 alur *sinusoidal*. Variasi temperatur yang digunakan ialah 30 °C, 45 °C, dan 60 °C. Variasi putaran motor menggunakan 1500 rpm, 2000 rpm, dan 2500 rpm. Tipe impeller yang digunakan pada penelitian ini ialah tipe *close impeller* karena fluida yang digunakan adalah air bersih. Dalam penelitian yang dilakukan penambahan variasi alur dalam pada impeller mendapatkan hasil yang lebih baik pada kapasitas, *head*, NPSH dan efisiensi pompa. Untuk impeller *sinusoidal* didapatkan nilai tertinggi pada kapasitas, *head*, NPSH dan efisiensi yaitu 59 lpm, 14,75 m, 9,75 m dan 51,10 % yang didapatkan pada temperatur 30 °C, dan pada impeller alur lurus didapatkan kapasitas, *head*, NPSH dan efisiensi sebesar 58 lpm, 14,42 m, 9,75 m dan 51,16 %, sedangkan pada impeller polos memiliki kapasitas, *head*, NPSH dan efisiensi terendah yaitu 55 lpm, 14,39 m, 9,73 m dan 49,98 %.

**Kata Kunci:** pompa sentrifugal, impeller, *riblets*, NPSH dan efisiensi

### Abstract

The performance of a centrifugal pump can be seen from the efficiency, head, NPSH and pump noise. Pump performance is influenced by motor speed, impeller and temperature. Impeller is one component that can improve the performance of centrifugal pumps. Riblets are a deep groove of a plate where these riblets are able to reduce drag and increase lift so that the pump is able to lift more fluid than using a flat plate. The independent variables used by this study are variations in the flow in the impeller, temperature and rotation. Groove variations in the impeller are 8 blades without grooves, 8 blades flat grooves and 8 sinusoidal grooves. Temperature variations used are 30 °C, 45 °C, and 60 °C. Motor rotation variations use 1500 rpm, 2000 rpm, and 2500 rpm. The type of impeller used in this study is the type of close impeller because the fluid used is clean water. In the research carried out the addition of variations in the flow in the impeller get better results on capacity, head, NPSH and pump efficiency. For sinusoidal impellers, the highest values of capacity, head, NPSH and efficiency were 59 lpm, 14.75 m, 9.75 m and 51.10% obtained at a temperature of 30 °C, and the straight line impeller obtained capacity, head, NPSH and efficiency of 58 lpm, 14.42 m, 9.75 m and 51.16%, while the plain impeller has the lowest capacity, head, NPSH and the lowest efficiency is 55 lpm, 14.39 m, 9.73 m and 49.98%.

**Keywords:** centrifugal pump, impeller, riblets, NPSH, efficiency

### PENDAHULUAN

Fluida merupakan istilah untuk menyebutkan suatu zat yang mengalir. Dalam bentuk apapun baik gas maupun cairan, fluida memiliki sifat yang dapat mengalir dari suatu tempat ke tempat lain. Keberadaan manusia yang tidak dapat dipisahkan dari suatu fluida yang terutama dalam bentuk air, manusia dapat berkembang dan mendapatkan kesejahteraan hidupnya melalui banyak hal salah satunya adalah fluida, karena banyak yang dapat di pelajari dari fluida yang bisa di aplikasikan dalam kehidupan sehari-hari.

Pompa adalah salah satu alat yang sangat penting yang banyak digunakan rumah tangga maupun di industri. Pompa merupakan alat untuk memindahkan *fluida* dari satu tempat ke tempat lain. Biasanya di rumah tangga pompa digunakan untuk memindahkan air dan jika di dunia industri pompa biasanya untuk memindahkan air, atau cairan kimia

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 adalah suatu jenis pompa tekan dinamis, pompa jenis ini bekerja mengubah energi kinetik menjadi energi potensial melalui putaran impeller di dalam *chasing* oleh suatu penggerak mula, impeller akan memberi gaya sentrifugal sehingga cairan mengalir dari impeller, keluar dari sudu-sudu dan meninggalkan impeller dengan kecepatan tinggi dan di salurkan oleh pipa-pipa sehingga fluida dapat mengalir ketempat yang di inginkan.

Konstruksi yang sederhana dan mudahnya pengoperasian yang dimiliki pompa sentrifugal menjadi salah satu faktor jenis pompa ini banyak dipilih di dunia industri. Karena peran pompa sentrifugal yang sangat penting dalam sebuah proses pembuatan suatu produk seperti di perminyakan, pertambangan, power plant dan banyak industri lain. Maka sangat perlu menjaga pompa untuk beroperasi dengan baik dan mampu menghasilkan efisiensi yang tinggi.

Impeller merupakan suatu komponen pompa sentrifugal yang sangat penting perannya, melihat besarnya pengaruh impeller pada kinerja pompa sentrifugal maka perlu dilakukan lagi penelitian lebih lanjut terhadap impeller dengan bilah *spliter* dengan *type close impeller*.

Delly (2009), melakukan penelitian tentang terjadinya kavitasi pada pompa sentrifugal yang di pengaruhi oleh temperatur pada fluida. Dari penelitian di dapatkan bahwa akibat perubahan temperatur viskositas air akan menurun jika temperatur dinaikan. Nilai viskositas yang rendah menyebabkan munculnya kavitasi. angka kavitasi bervariasi yang disebabkan oleh tekanan uap jenuh fluida karena *temperature* sangat berpengaruh terhadap besar tekanan uap.

Sembada (2017), meneliti tentang variasi jumlah bilah pada impeller. Penelitian ini menyebutkan bahwa jumlah bilah impeller yang paling baik digunakan dan hasil NPSH pada pompa dengan jumlah bilah 8.

Wilza (2011), dalam sebuah penelitiannya yang berjudul "Menentukan Daerah Operasi Pompa Jenis Slide Chanel Tipe P-12/s Dengan Metode Pengujian Instalasi" di dapatkan hasil bahwa semakin tinggi suhu suatu fluida pada aliran pompa maka nilai NPSH yang tersedia akan semakin menurun atau temperatur *fluida* berbanding terbalik pada NPSH pompa.

Musyafa (2015), melakukan penelitian tentang "Pengaruh Jumlah Sudu Sentrifugal Impeller Terhadap Kapasitas dan Efisiensi Pompa Sentrifugal" dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa semakin banyak jumlah sudu maka kapasitas dan efisiensi pompa meningkat juga semakin tinggi putaran maka semakin tinggi efisiensi dan kapasitas pompa.

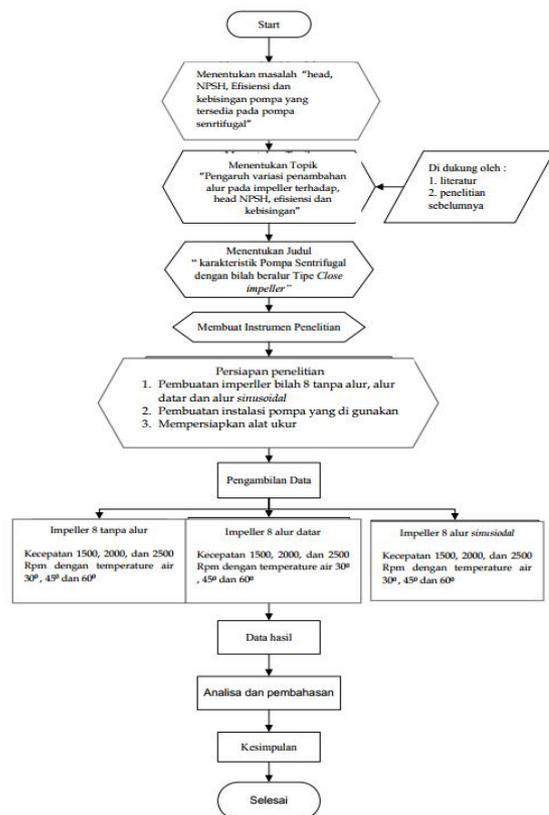
Heidarian *et al.* (2017), dalam penelitian yang berjudul "*Numerical Analisis of the Effects of Riblet on Drag Reduction of a Flat Plate*" menunjukkan bahwa *riblet* lebih efisien dibandingkan plat biasa. *Riblet* yang dipakai dalam penelitian ini menggunakan model sirip ikan hiu. Adanya *riblet* sirip ikan hiu ini mampu menghasilkan nilai *Drag force* lebih rendah dari pada *drag reduction* sehingga gesekan pada permukaan dapat dikurangi.

Houlin *et al.* (2010), melakukan penelitian tentang "Pengaruh Jumlah Bilah Terhadap Karakteristik Pompa Sentrifugal" dengan jumlah sudu 4 bilah, 5 bilah, 6 bilah dan 7 bilah menyatakan bahwa *head*, efisiensi dan NPSH<sub>R</sub> pompa akan meningkat dengan bertambahnya jumlah sudu impeller, penelitian ini mendapatkan efisiensi tertinggi pada bilah 7 dengan nilai efisiensi 77,45 %.

Ali dan Al-Fatlawie, (2011), melakukan penelitian yang menunjukkan bahwa dimensi *riblet* dengan ukuran  $h = 0,125$ ,  $s = 2$ mm dan  $w = 2$ mm mampu mengurangi *drag reduction* sampai 19% pada *riblet sinusoidal*. Sedangkan untuk *riblet* plat datar maksimal mencapai 14% *drag reduction* dengan dimensi  $h = 0,25$ mm,  $s = 1$ mm dan  $w = 1$ mm.

## METODE PENELITIAN

### Rancangan Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

**Variabel penelitian**

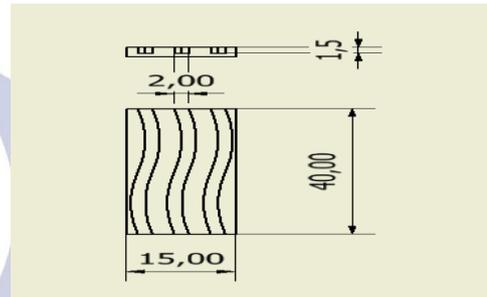
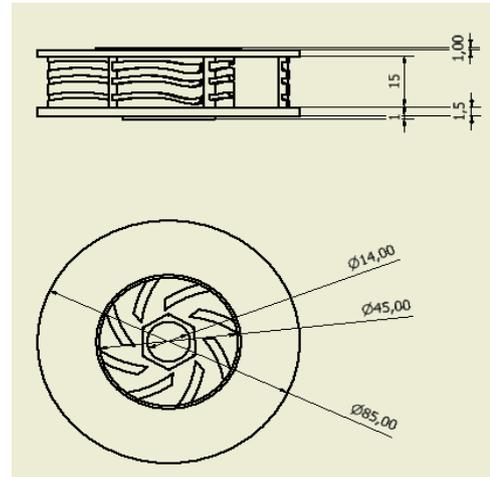
- Variabel Bebas (*Independent Variable*)  
 Variabel bebas yang digunakan pada penelitian “Karakteristik Pompa Sentrifugal Dengan Bilah Beralur Dalam Tipe *Close* impeller” adalah sebagai berikut:
  - a. Variasi alur impeller tipe *close*: tidak beralur, alur dalam *sinusoidal* dan alur datar dengan ukuran  $h = 1,5$  mm,  $s = 3$  mm dan  $w = 2$  mm.
  - b. Temperatur fluida air yang di pompakan  $30$  °C,  $45$  °C dan  $60$  °C.
  - c. Kecepatan putar poros pompa 1500 rpm, 2000 rpm dan 2500 rpm



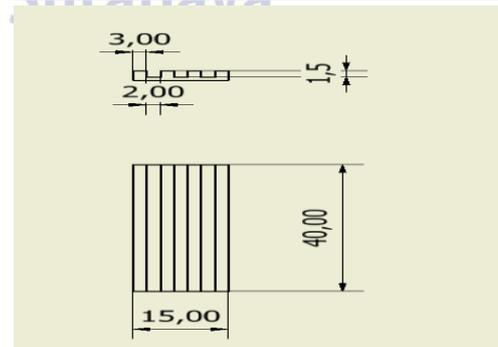
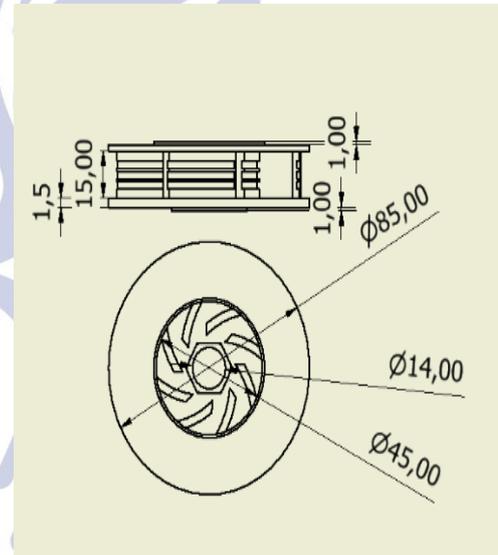
Gambar 3.2 Sebelum kavitasi



Gambar 3.3 Sesudah kavitasi



Gambar 3.4 Impeller tipe *close* alur *sinusoidal*

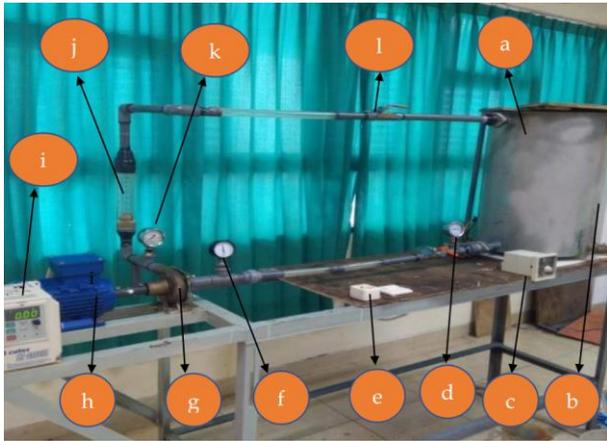


Gambar 3.5 Impeller tipe *close* alur lurus

- Variabel Terikat (*Dependent Variable*)  
Variabel terikat dalam penelitian ini merupakan tekanan *suction*, tekanan *discharge* dan kapasitas pompa
- Variabel Kontrol (*Control Variable*)  
Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah air

### Instrumen Dan Alat Penelitian

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



Gambar 3.6 Instrument yang digunakan

### Keterangan

- Reservoir*
- Pengukur ketinggian air
- thermocontrol*
- Thermometer*
- Stop kontak
- Pressure gauge section*
- Rumah Pompa (*Volute*)
- Motor Listrik
- Inverter
- Flowmeter*
- Pressure gauge discharge*
- Globe Valve*

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

- Memanaskan kembali air pada tabung penampung air (*reservoir*) hingga temperatur 45° C dan mengulangi langkah d sampai g.
- Memanaskan kembali air pada tabung penampung air (*reservoir*) hingga temperatur 60° C dan mengulangi langkah d sampai g.
- Lakukan kembali langkah a sampai k untuk mengambil data pada variasi alur lurus dan *sinusoidal*.

**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

$$\begin{aligned}
 H_{sv} &= \frac{p_a - p_v}{\gamma} + \frac{p_s}{\gamma} + Z_{ps} + \frac{v^2}{2g} \\
 &= \frac{10132,49 \text{ kg/m}^2 - 432,4 \text{ kg/m}^2}{995,65 \text{ kg/m}^2} + \frac{(-2133,12) \text{ kg/m}^2}{995,65 \text{ kg/m}^2} \\
 &\quad + 0,46 \text{ m} + \frac{(3,45 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \\
 &= 8,67 \text{ m}
 \end{aligned}$$

• Head

$$\begin{aligned}
 H &= \frac{P_2 - P_1}{\gamma} + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} + (Z_2 - Z_1) + H_{LT} \\
 &= \frac{3200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} - (-933,24) \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}}{995,65 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}} + \frac{(3,45 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 - (3,45 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} + \\
 &\quad 0,115 \text{ m} + 7,47 \text{ m} \\
 &= 14,75 \text{ m}
 \end{aligned}$$

• Water Horse Power

$$\begin{aligned}
 \text{WHP} &= \rho \times g \times Q \times H \\
 &= 995,7 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 0,00098 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times 14,75 \text{ m} \\
 &= 141,73 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3} \times \frac{1 \text{ N}}{1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}} \\
 &= 141,73 \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ joule}}{1 \text{ N} \cdot \text{m}} \\
 &= 141,73 \frac{\text{joule}}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ watt}}{1 \frac{\text{joule}}{\text{s}}} \\
 &= 141,73 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

• Break Horse Power

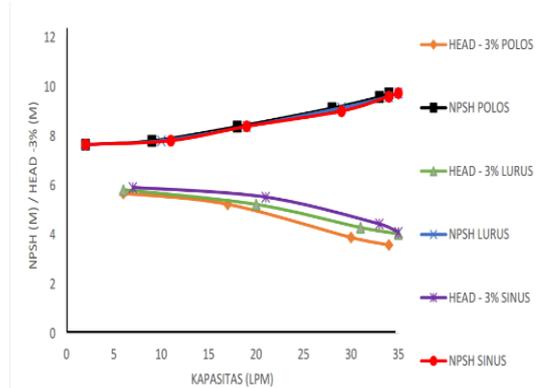
$$\begin{aligned}
 \text{BHP} &= \text{Efisiensi motor} \times P_m \\
 &= 0,69 \times 379,64 \text{ watt} \\
 &= 261,95 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

• Efisiensi

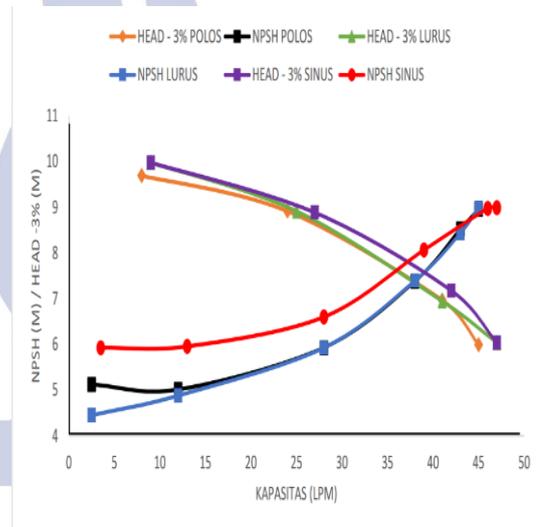
$$\begin{aligned}
 \eta &= \frac{\text{WHP}}{\text{BHP}} \times 100\% \\
 &= \frac{141,73 \text{ watt}}{261,95 \text{ watt}} \times 100\% \\
 &= 54,10 \%
 \end{aligned}$$

**Analisis**

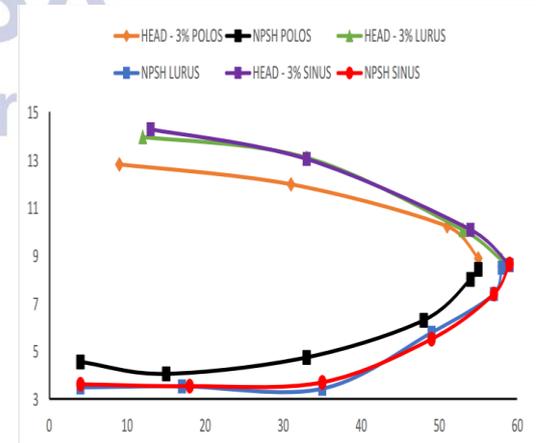
- Pengaruh Kecepatan Putar Pompa, temperatur air dan variasi alur dalam Impeller Terhadap NPSH Pompa



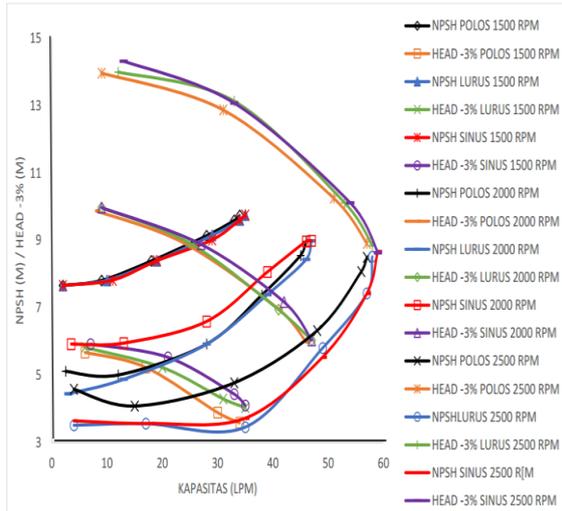
Gambar 4.1 Grafik NPSH 3 jenis impeller pada kecepatan 1500 rpm temperatur 30° C



Gambar 4.2 Grafik NPSH 3 jenis impeller pada kecepatan 2000 rpm temperatur 30° C



Gambar 4.3 Grafik NPSH 3 jenis impeller pada kecepatan 2500 rpm temperatur 30° C

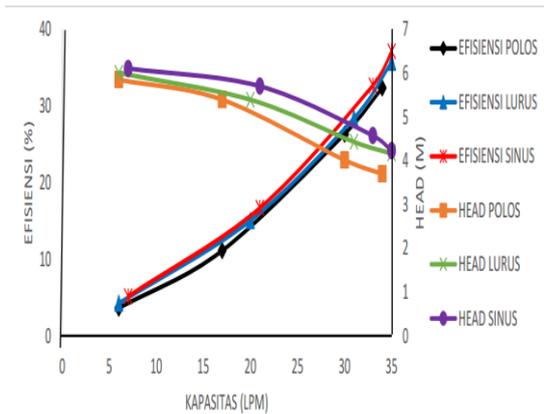


Gambar 4.4 Grafik NPSH 3 jenis impeller dengan variasi kecepatan motor pada temperatur 30° C

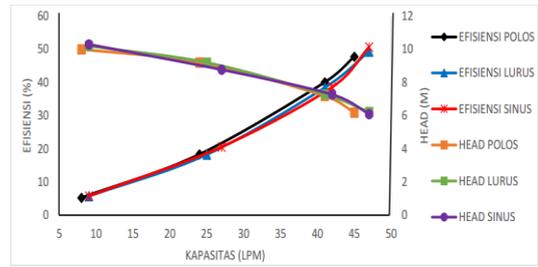
Pada gambar diatas 4.1, 4.2, 4.3 dan 4.4 dapat disimpulkan bahwa pada RPM 1500 dengan suhu 30 °C tidak terjadi kavitasi dikarenakan nilai  $NPSH_a$  dan  $NPSH_r$  tidak berpotongan karena nilai  $NPSH_a < NPSH_r$ , gambar 4.2 terjadi perpotongan pada bukaan valve 45° pada titik kapasitas 36 lpm, dan pada gambar 4.3 perpotongan berada pada bukaan valve 90°

Penyebab dari perpotongan adalah nilai  $NPSH_a < NPSH_r$  kedua nilai NPSH dipengaruhi dari nilai suction yang semakin rendah pada setiap kenaikan putaran motor.  
30° C

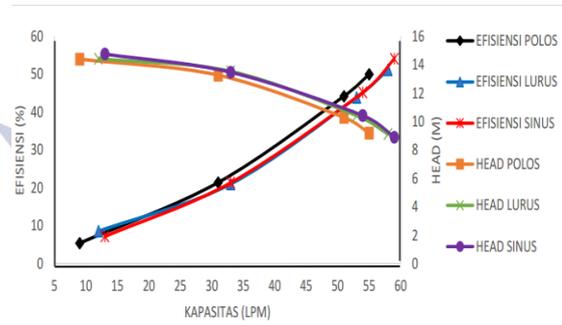
- Analisis Pengaruh Kecepatan Putar Pompa, Temperatur air dan Variasi alur dalam Impeller Terhadap Efisiensi Pompa.



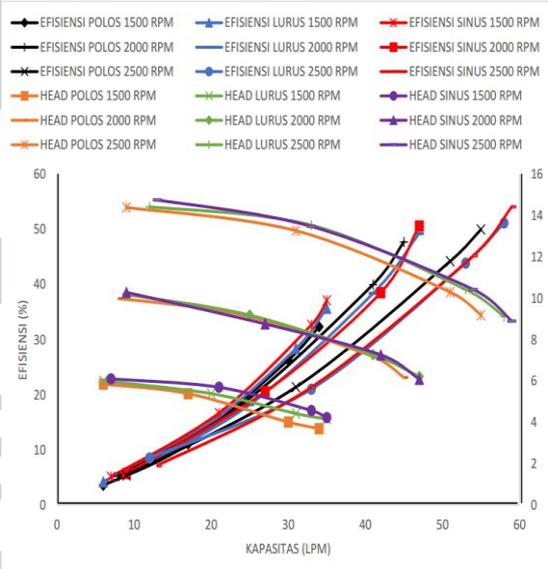
Gambar 4.5 Grafik efisiensi kecepatan 1500 rpm pada temperatur 30° C



Gambar 4.6 Grafik efisiensi kecepatan 2000 rpm pada temperatur 30° C



Gambar 4.7 Grafik efisiensi kecepatan 2500 rpm pada temperatur 30° C



Gambar 4.8 Grafik Efisiensi 3 Jenis Impeller Variasi Kecepatan Pada Suhu 30°C

Pada gambar 4.5 sampai 4.8 dapat dilihat bahwa semakin tinggi putaran pada motor air yang mampu dihisap pompa akan semakin banyak maka kapasitas akan naik pula, efisiensi tertinggi pada putaran 2500 RPM impeller sinusoidal yaitu 54,10 % dengan kapasitas 59 lpm dan head 14,75 m. Pada kecepatan 2500 rpm mengalami kenaikan efisiensi diduga debit air yang masuk pada rumah pompa terlalu tinggi sehingga kapasitas air yang dipompakan akan mengalami kenaikan.

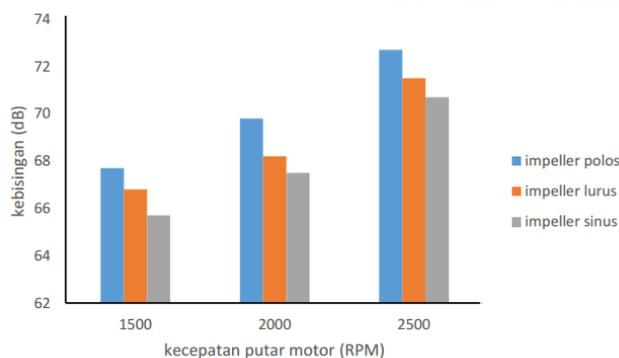
Alur dalam pada sudu impeller sangat berpengaruh terhadap nilai *head*, kapasitas dan juga efisiensi yang dihasilkan. Dengan adanya alur dalam kapasitas, *head* dan efisiensi lebih tinggi dari pada impeller polos. Sifat dari alur dalam adalah dapat menahan gerakan lintas aliran sehingga dapat mengurangi hambatan dengan berkurangnya turbulensi aliran silang secara signifikan. Mekanisme tegangan geser oleh *riblet* adalah *riblet* mampu menghambat gerakan *cross-flow* sehingga dapat mengurangi aliran turbulensi dengan adanya alur dalam tetapi juga didukung dengan dimensi alur dalam tersebut agar mendapatkan hasil yang lebih baik.

- Analisis Pengaruh variasi alur dalam Impeller dan Variasi Kecepatan Putaran Terhadap Kebisingan Pompa.  
 Pada tabel 4.1 dibawah, menunjukkan data kebisingan yang dihasilkan oleh 3 jenis impeller yaitu impeller polos, impeller alur dalam lurus dan impeller alur dalam *sinusoidal*.

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

kecepatan (RPM)	Kebisingan		
	impeller polos	impeller lurus	impeller sinus
1500	67,7 dB	66,8 dB	65,7 dB
2000	69,8 dB	68,2 dB	67,5 dB
2500	72,7 dB	71,5 dB	70,7 dB

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



Gambar 4.13 Grafik kebisingan 3 jenis impeller

Pada grafik diatas menunjukkan bahwa pada impeller polos mengalami kebisingan yang paling tinggi yaitu mencapai 72,7 dB pada kecepatan putar motor 2500 rpm sedangkan kebisingan yang paling rendah terdapat pada impeller *sinusoidal* pada

kecepatan putar motor 1500 rpm. Dari grafik diatas bisa disimpulkan semakin besar kecepatan motor putar maka semakin besar juga kebisingan pompa. Pada tabel 2.1 menunjukkan bahwa pada nilai 72,7 dB berada pada titik bising dan sangat bising sehingga disarankan untuk tidak mendengarkan lebih dari 8 jam.

**PENUTUP**

**Simpulan**

Berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan tentang pengaruh temperatur air, kecepatan putar pompa, dan variasi bentuk alur dalam dalam impeller terhadap karakteristik pompa sentrifugal tipe *close* impeller, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Penambahan alur dalam pada impeller dapat meningkatkan nilai *head*, kapasitas air yang dihasilkan, efisiensi pompa dan juga kebisingan pompa, tetapi hal itu berbanding terbalik untuk NPSHa pompa. *Head* tertinggi yaitu 14,75 m, kapasitas tertinggi yaitu 59 lpm, dan efisiensi tertinggi yaitu 54,10 % didapatkan pada impeller beralur dalam sinusoidal. Untuk kebisingan tertinggi yaitu 72,7 dB didapatkan pada impeller polos. Sedangkan untuk NPSHa tertinggi yaitu 9,75 m didapatkan pada impeller beralur dalam sinusoidal.
- Semakin tinggi kecepatan putaran pada pompa maka semakin besar pula nilai *head*, kapasitas air, efisiensi dan kebisingan pompa, tetapi hal itu berbanding terbalik untuk nilai NPSHa pompa. *Head* tertinggi yaitu 14,75 m, kapasitas tertinggi yaitu 59 lpm, kebisingan pompa tertinggi yaitu 72,7 dB, dan efisiensi tertinggi 54,10 % didapatkan pada putaran 2500 rpm. Sedangkan untuk NPSHa tertinggi yaitu 9,75 m didapatkan pada kecepatan 1500 rpm.
- Semakin tinggi temperatur air pada pompa maka semakin kecil nilai *head*, kapasitas air, NPSHa dan efisiensi pompa. *Head* tertinggi yaitu 14,75 m, kapasitas tertinggi yaitu 59 lpm, NPSHa tertinggi yaitu 9,75 m, dan efisiensi tertinggi yaitu 54,10 % didapatkan pada temperatur 30° C.

**Saran**

Berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan tentang pengaruh temperatur air, kecepatan putar pompa, dan variasi bentuk alur dalam dalam impeller terhadap karakteristik pompa sentrifugal semi tertutup, maka dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut:

- Sebaiknya untuk penelitian selanjutnya digunakan rumah keong yang lebih transparan agar aliran air bisa lebih terlihat.

- Penambahan variasi alur yang lebih banyak agar terlihat nilai efisiensi yang tertinggi.
- Untuk meningkatkan head, kapasitas dan efisiensi disarankan untuk memberi variasi jarak antar bilah dengan cara memodifikasi panjang dan lebar bilah serta melebarkan diameter impeller.
- Menambahkan variasi alur dalam pada impeller agar bisa mendapatkan nilai tertinggi pada kinerja pompa pada penelitian selanjutnya.
- Penambahan variasi pada material impeller yang digunakan agar kita bisa mengetahui pengaruh antara suatu material.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Imad S dan Al-Fatlawie, Noor H. 2011. “ *Drag Reduction In Turbulent Flow Using Different Kinds of Riblets* “. ME 457-469
- Bhushan, B. 2012. Shark skin Surface for Fluid-Drag Reduction in Turbulent Flow. In B. Bhushan (Ed.), *Biomimetics: Bioinspired Hierarchical-Structured Surfaces for Green Science and Technology* (pp. 227-265). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Bixler, G. D., & Bhushan, B. 2012. Biofouling: lessons from nature. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 370(1667), 2381-2417
- Delly, J. (2009). Pengaruh Temperatur Terhadap Terjadinya Kavitasi pada Sudu Pompa Sentrifugal. *DINAMIKA Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 1(01).
- ALIEF P, D. I. M. A. S. (2017). Uji Eksperimental Impeller Dengan Blades Splitter Terhadap Kinerja Pompa Sentrifugal. *Jurnal Teknik Mesin*, 5(01).
- Heidarian, A., Ghassemi, H., Liu P. 2017. “*Numerical Analysis of The Effects of Riblets on Drag Reduction of a Flat Plate* “. Vol. x(x): pp x-x, 200x
- 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)”. Vol. 2(03)
- Karasik, Igor J., William C. Krutzsc, Warren H. Frase, Joseph Messina. 2001. *Pump Handbook* 3<sup>rd</sup> 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)
- ALIYIN M, A. C. H. M. A. D. (2015). Pengaruh Jumlah Sudu Sentrifugal Impeller Terhadap Kapasitas dan Efisiensi Pompa Sentrifugal. *Jurnal Teknik Mesin*, 3(03).
- Nouwen, A dan Amir, B.S. 1981. *Pompa 1*. Jakarta: Bhatara Karya Aksara Pratama,
- Sembada, S., & Siregar, I. H. PENGARUH JUMLAH BILAH CENTRIFUGAL IMPELLER TERHADAP NPSH POMPA.
- Sihite, Alexander Nico P., 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, I. H. (2013). Pompa Sentrifugal.
- Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Penerbit Alfabeta
- Sularso and Tahara, Haruo. 1987. *Pompa dan Kompresor*. Jakarta: Penerbit Pradnya Paramitha.
- Tim Penulis. 2004. *Buku Pedoman Penulisan dan Ujian Skripsi Unesa*. Surabaya: Unesa.
- Wibowo, Priyo Ari. 2013. “Analisis Penurunan Head Losses Pada Belokan Pipa 180<sup>0</sup> Dengan variasi Non Tube Bundle, Tube Bundle 0,25 Inchi dan Tube Bundle 0,5 Inchi”. Vol. 01(01): ISSN 2085-8817
- Wilza, R., & Junaidi, A. (2011). MENENTUKAN DAERAH OPERASI POMPA JENIS SLIDE CHANNEL TIPE P-12/S DENGAN METODE PENGUJIAN INSTALASI. *AUSTENIT*, 3(02).
- 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