

# KARAKTERISTIK POMPA SENTRIFUGAL DENGAN VARIASI PENAMBAHAN JUMLAH *FIN* PADA BILAH TIPE *SEMI OPEN*

Ahmad Kurniawan

Teknik Mesin Konversi Energi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: [ahmadkurniawan@mhs.unesa.ac.id](mailto:ahmadkurniawan@mhs.unesa.ac.id)

**Abstrak**— Impeller merupakan salah satu bagian terpenting dari pompa sentrifugal yang dapat mempengaruhi performa pompa. Hal yang perlu dilihat dari performa pompa adalah nilai efisiensi, NPSH (*Net Positive Suction Head*), *Head* dan kebisingan dari pompa. Variasi riblet dengan menambahkan *fin* pada sudu impeller dapat meningkatkan performa pompa, untuk mengetahui tingkat efisiensi performa pompa sentrifugal perlu dilakukan variasi kecepatan motor dan temperatur air. Tujuan dari penelitian performa pompa sentrifugal agar dapat menganalisis pengaruh penambahan jumlah *fin*, variasi kecepatan dan temperatur terhadap performa pompa sentrifugal. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi penambahan jumlah *fin* pada impeller, variasi kecepatan dan variasi temperatur air. Dalam variasi penambahan *fin* menggunakan impeller jumlah sudu 8 tanpa *fin*, variasi 1 *fin*, variasi 2 *fin* dan variasi 3 *fin* dengan ukuran riblet *fin* yaitu, lebar *fin* ( $w$ ) = 2 mm, jarak antar *fin* ( $s$ ) = 3,4 mm, tinggi *fin* ( $h$ ) = 2 mm. Variasi kecepatan putar motor yaitu 1500, 2200 dan 2800 rpm sedangkan variasi temperatur air 30°C dan 70°C. Dalam penelitian penambahan variasi jumlah *fin* pada sudu impeller ini memberi dampak positif pada kapasitas, *head*, *npsH* dan juga efisiensi pompa. Untuk impeller dengan variasi penambahan 3 *fin* mendapatkan nilai kapasitas yaitu 65 lpm, dengan nilai *head* 17 m didapatkan pada putaran motor 2800 rpm, sedangkan nilai *npsH* tertinggi 13,5 m didapatkan pada putaran motor 1500 rpm, pada suhu 30°C, untuk nilai efisiensi tertinggi pompa yaitu 54 % pada kecepatan 2800 rpm, pada suhu 30°C.

**Kata Kunci**— pompa sentrifugal; riblet; *npsH*; efisiensi.

**Abstract**— Impeller is one of the most important part of a centrifugal pump which can affect pump performance. The thing that needs to be seen from the performance of the pump is its value of efficiency, NPSH (*Net Positive Suction Head*), *Head* and noise from the pump. Riblet variations by adding fins to the impeller blade can improve pump performance, to find out the efficiency level of centrifugal pump performance, it is necessary to do variations in motor speed and water temperature. The purpose of the performance research of centrifugal pumps is to be able to analyze the effect of increasing the number of fins, variations in speed and temperature for centrifugal pump performance. The independent variable in this study is the variation in the number of fins added to the impeller, variations in speed and variations in water temperature. In addition to fin variations, the impeller uses 8 blades without fins, 1 fin variation, 2 fin variations and 3 fin variations with fin size ie, fin width ( $w$ ) = 2 mm, distance between fin = 3.4 mm, fin height ( $h$ ) = 2 mm. Motor rotation speed variations are 1500, 2200 and 2800 rpm while water temperature variations 30 °C and 70 °C. In this study the addition of variations in the number of fin on the impeller blade has a positive impact on capacity, head, NPH and also pump efficiency. For impellers with the addition of 3 fin variations, the capacity value is 65 lpm, with a 17 m head value obtained at 2800 rpm motor rotation, while the highest NPH value of 13.5 m was obtained at 1500 rpm, at 30 °C, for the highest efficiency pump value, 54% at 2800 rpm, at 30 °C.

**Keywords**— centrifugal pump, riblet, NPSH, efficiency.

## PENDAHULUAN

Pompa merupakan peralatan mekanis yang banyak digunakan di dunia industri maupun rumah tangga. Pompa pada dasarnya berfungsi untuk menaikkan tekanan fluida dari fluida bertekanan rendah menjadi fluida bertekanan tinggi, pada umumnya pompa banyak digunakan untuk mengalirkan fluida dari dataran rendah ke dataran yang lebih tinggi dan juga sebagai penguat laju aliran saat melewati hambatan-hambatan berupa belokan, hambatan berupa perbedaan tekanan dan hambatan berupa ketinggian.

Pompa sentrifugal banyak digunakan karena pengoperasiannya yang mudah serta pemeliharaan yang tidak terlalu mahal. Pompa sentrifugal mampu mengalirkan fluida

sehingga fluida mampu melewati hambatan dan menaikkan tekanan dengan cara mengonversikan energi mekanik menjadi tekanan atau energi mekanik, tekanan pada pompa meningkat sehingga menghasilkan bagian dengan tekanan rendah (lebih rendah dari tekanan atmosfer) pada sisi hisap pompa (*suction*) dan tekanan tinggi pada sisi keluaran pompa (*discharge*), rendahnya tekanan pada sisi hisap membuat fluida mengalir masuk secara aksial melalui sisi hisap yang berada di tengah pompa kemudian fluida akan berputar bersama dengan putaran sudu atau impeller pompa.

Penurunan performa pompa juga bisa terjadi karena adanya kavitasi, kavitasi merupakan adanya gelembung gelembung udara yang terperangkap di dalam fluida pada saat proses pengoperasian pompa, adanya gelembung udara yang terperangkap dapat mengakibatkan menurunnya daya hisap

sehingga berpengaruh juga pada tekanan yang di hasilkan pompa. Kavitasi dipengaruhi oleh adanya penurunan NPSH (*Net Positive Suction Head*).

Penambahan jumlah *fin* pada permukaan sudu impeler akan berfungsi sebagai bantalan dari aliran fluida, karena fluida akan terlebih dahulu menemui ruang pada celah *fin* sehingga fluida yang mengalir akan berkurang *drag reduction* yang tentunya akan berdampak positif terhadap kenaikan kapasitas pompa.

Pada penelitian terdahulu sudah banyak yang melakukan penelitian tentang kinerja dari berbagai model impeller, penelitian lanjutan dimaksudkan supaya nantinya akan di dapatkan hasil data yang lebih efisien sehingga dapat memperkecil kerugian dalam pengoperasian pompa.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Sembada (2017), penelitian mengenai variasi jumlah bilah pada impeller. Dari penelitian tersebut disimpulkan bahwa jumlah sudu 8 pada impeler menghasilkan kapasitas paling tinggi dalam prosesnya tetapi nilai NPSHa mengalami kenaikan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Delly (2009), penelitian ini tentang pengaruh suhu fluida terutama air terhadap kavitasi, Temperatur sangat berpengaruh dalam kemunculan kavitasi. Rendahnya nilai viskositas menyebabkan tekanan uap jenuh air menjadi tinggi sehingga menyebabkan terjadinya kavitasi.

Pada penelitian Musyafa (2015), dalam penelitian ini tentang efisiensi dan kapasitas pompa. Dengan menambahkan kecepatan motor dalam proses ini dapat meningkatkan efisiensi dan kapasitas air dan dibantu dengan penambahan jumlah sudu pada impeller.

Pada penelitian Heidarian, *et.al.* (2017) dalam penelitian ini menunjukkan bahwa *riblet* lebih efisien dari plat biasa. *Riblet* ini menggunakan model seperti sirip ikan hiu. Dengan adanya *riblet* bentuk sirip ikan hiu ini menghasilkan nilai *drag force* lebih rendah dari pada *drag reduction* sehingga gesekan pada permukaan bisa dikurangi dibantu dengan penggunaan ratio h/s menentukan jarak impeller.

Penelitian Nugroho, dkk (2013) mengenai “Studi Eksperimental *Vertical Axis Wind Turbine* Tipe Savonius dengan Variasi Jumlah *Fin* pada Sudu” disimpulkan bahwa dengan variasi jumlah *fin* pada sudu dapat meningkatkan performa turbin.

Agar data hasil pengujian dapat dihitung dan dapat dianalisa dalam bentuk grafik, maka diperlukan beberapa parameter dari performa pompa sentrifugal yaitu

1. *Head Pompa* adalah tinggi tekan yang harus dilakukan oleh pompa untuk mengalirkan fluida yang merupakan jumlah perbedaan *pressure head* di sisi *suction* dan *discharge* dengan *head loss* yang terjadi ditambah dengan statik *head* dengan *velocity head*, dapat dihitung dengan persamaan bernouly sebagai berikut:

$$H = \frac{P_2 - P_1}{\rho} + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} + (Z_2 - Z_1) + H_{LT} \dots (1)$$

2. *Net Positive Suction Head (NPSH)* adalah suatu nilai yang menunjukan adanya tingkat kavitasi pada aliran

fluida yang juga bisa menjadi parameter tingkat performa dari pompa sentrifugal yang dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$h_{sp} = \frac{P_s - P_v}{\rho} + \frac{V_s^2}{2g} + Z_{ps} + \frac{v^2}{2g} \dots (2)$$

3. *Water Horse Power (WHP)* adalah nilai kebutuhan pompa untuk menangani cairan yang dipompakan didapatkan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$WHP = \rho \times g \times Q \times H \dots (3)$$

4. *BHP (Break Horse Power)* adalah suatu nilai dari perhitungan daya motor listrik untuk menggerakkan pompa sentrifugal, dapat di formulasikan sebagai berikut:

$$BHP = \text{Efisiensi motor} \times P_m \dots (4)$$

5. *Efisiensi* berdasakan pada daya fluida (*water horse power*) yang diterima air terhadap daya poros pompa (*brake horse power*) dan dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\eta = \frac{WHP}{BHP} \dots (5)$$

## METODE

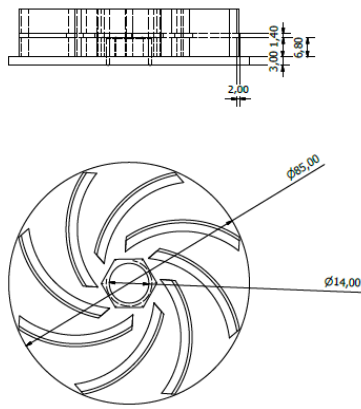
### A. Variabel penelitian

Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini dapat diklasifikasi menjadi 3 yaitu

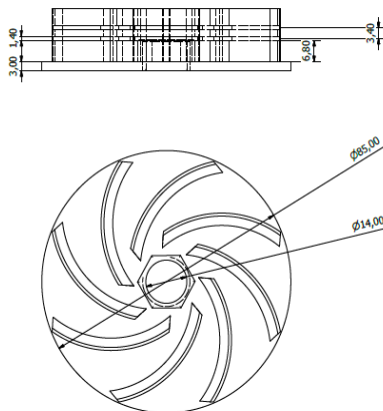
#### 1. Variabel Bebas (*Independent Variable*)

Variabel bebas dalam penelitian “Uji Eksperimen Pengaruh Penambahan Jumlah *Fin* Pada Bilah Impeler Yang Berjumlah 8 Pompa Sentrifugal” adalah sebagai berikut :

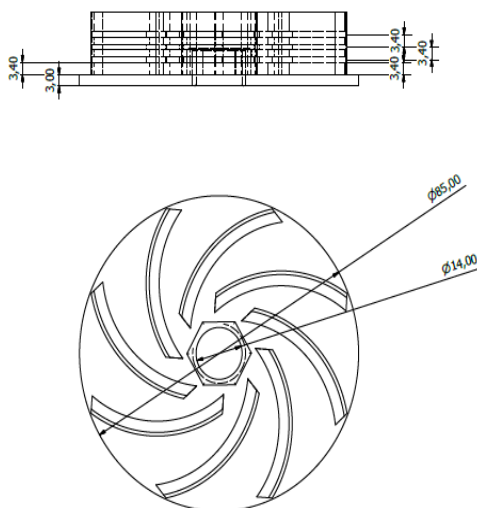
- a. Putaran poros pompa sentrifugal 1500 rpm, 2200 rpm, 2800 rpm.
- b. Temperatur fluida yang dipompakan 30°C dan 70°C.
- c. Bentuk *riblet fin* : lebar *fin* (w) = 2 mm, jarak antar *fin* (s) = 3,4 mm, tinggi *fin* (h) = 2 mm.
- d. Jumlah bilah pada impeller adalah 8, dengan variasi penambahan 1 *fin*, 2 *fin* dan 3 *fin*.



Gbr. 1 Impeller variasi 1 fin



Gbr. 2 Impeller variasi 2 fin



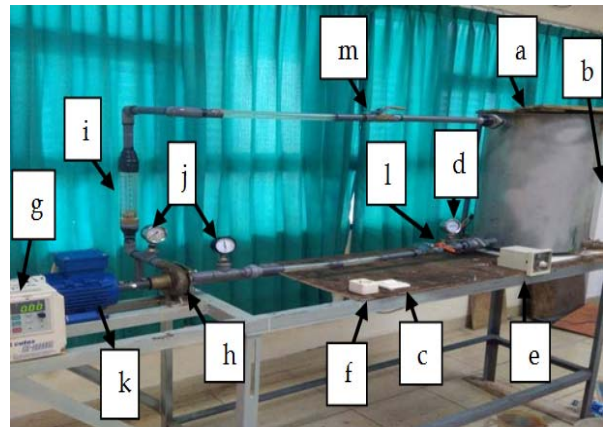
Gbr. 3 Impeller variasi 3 fin

2. *Variabel Terikat (Dependent Variable)*  
 Variabel terikat dalam penelitian ini adalah tekanan *section*, tekanan *discharge* dan kapasitas pompa.

3. *Variabel Kontrol (Control Variable)*  
 Variable kontrol dalam penelitian ini adalah jenis fluida yang digunakan yaitu air.

**B. Instrumen Dan Alat Penelitian**

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



Gbr. 4 Rangkaian instrumen penelitian

Keterangan instalasi:

- a. *reservoir*
- b. Level ketinggian air *reservoir*
- c. Stop kontak
- d. *Thermometer*
- e. *Thermocontrol*
- f. Saklar
- g. Inverter
- h. Rumah pompa
- i. *Flowmeter*
- j. *Pressure gauge*
- k. Motor
- l. Valve sisi *suction*
- m. Valve sisi *discharge*

**HASIL DAN DISKUSI**

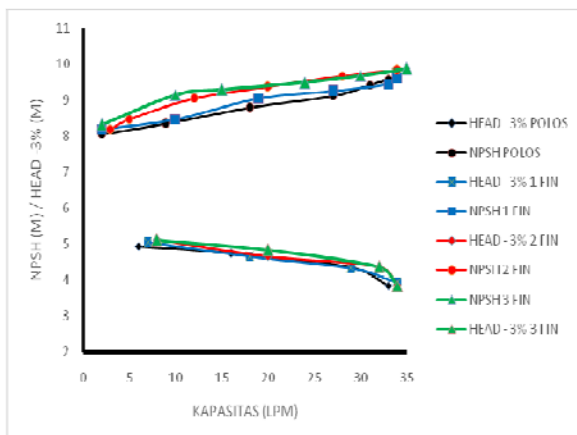
A. *Pengaruh Temperatur Air, Kecepatan Putar Pompa, dan Jumlah Bilah Impeller Terhadap NPSH Pompa.*



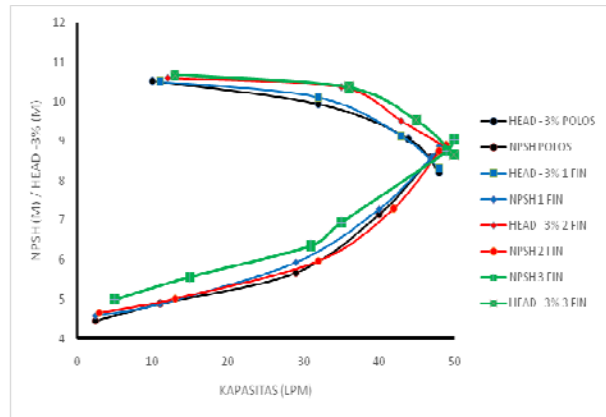
Gbr. 5 Variasi impeller 3 fin sebelum terjadi kavitasi kecepatan 2800 rpm dan suhu 30°C



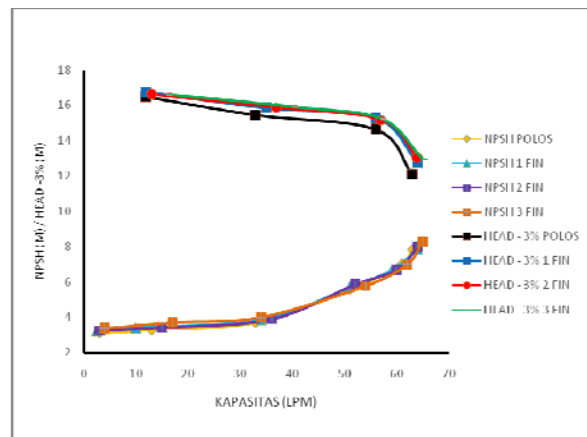
Gbr. 6 variasi impeller 3 fin saat terjadi kavitasi kecepatan 2800 rpm dan suhu 70°C



Gbr. 7 NPSH pada kecepatan 1500 rpm temperatur 30°C



Gbr. 8 Grafik NPSH pada kecepatan 2200 rpm temperatur 30°C



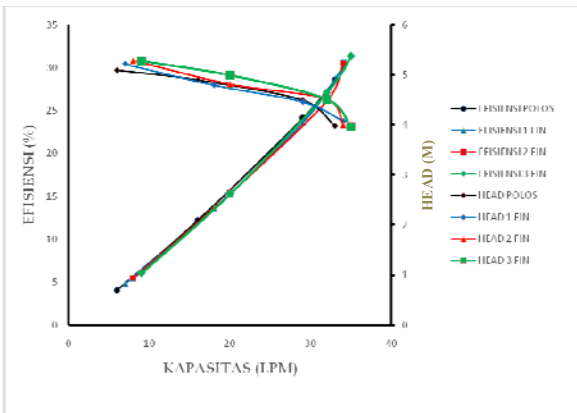
Gbr. 9 Grafik NPSH pada kecepatan 2800 rpm temperatur 30°C

Pada gambar grafik 7 dapat di lihat bahwa keempat impeller tidak mengalami kavitasi pada temperatur 30°C dan kecepatan 1500 rpm, ini dikarenakan nilai NPSHa lebih besar dari nilai NPSHr. Pada gambar grafik 8 berada pada kecepatan 2200 RPM dan pada gambar grafik 9 kecepatan 2800 RPM sudah mengalami kavitasi karena pada kecepatan ini mengalami penurunan tekanan *suction*, semakin tinggi kecepatan maka tekanan *suction* semakin turun yang mengakibatkan nilai NPSHa semakin turun sehingga munculnya kavitasi semakin tinggi.

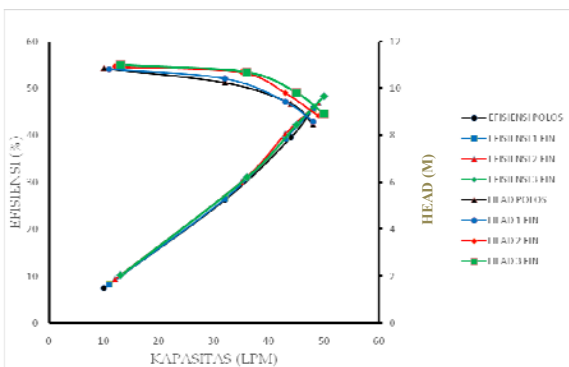
Semakin tingginya kecepatan putar motor listrik menyebabkan debit air yang masuk di dalam pompa semakin besar tetapi aliran fluida menjadi turbulensi. Terjadinya turbulensi mengakibatkan munculnya gaya gesekan antara fluida dengan permukaan rumah pompa sehingga menyebabkan adanya energi tambahan di dalam rumah pompa sehingga munculnya kavitasi di dalam rumah pompa (*volute*).

Jadi, dapat di simpulkan bahwa munculnya kavitasi akibat dari bertambahnya kecepatan putar motor.

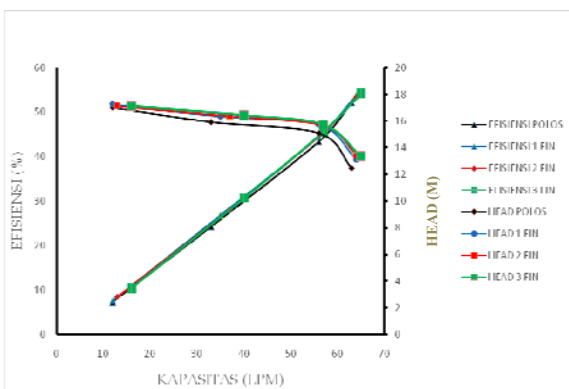
B. Analisis Pengaruh Temperatur Air, Kecepatan Putar Pompa, dan Variasi Penambahan Jumlah Fin Pada Impeller Terhadap Efisiensi Pompa.



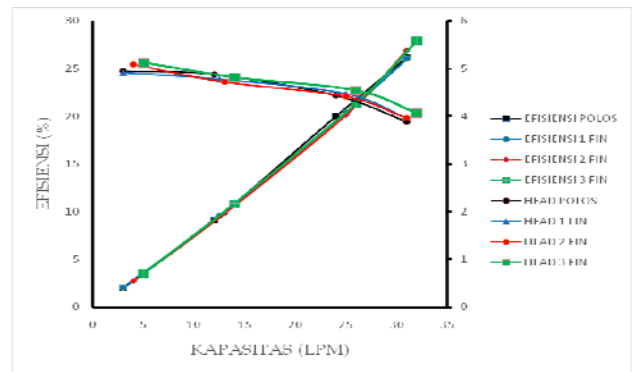
Gbr. 10 Grafik efisiensi pada kecepatan 1500 rpm temperatur 30° C



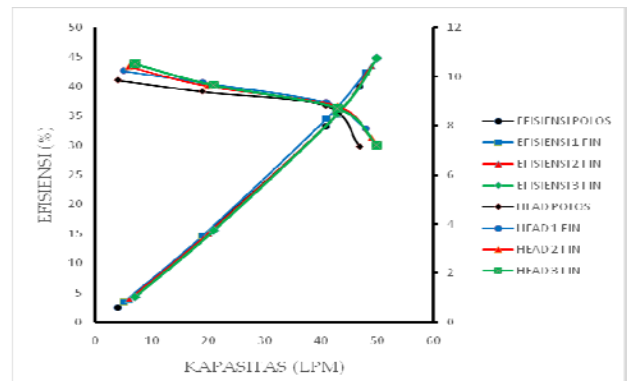
Gbr. 11 Grafik efisiensi pada kecepatan 2200 rpm temperatur 30°C



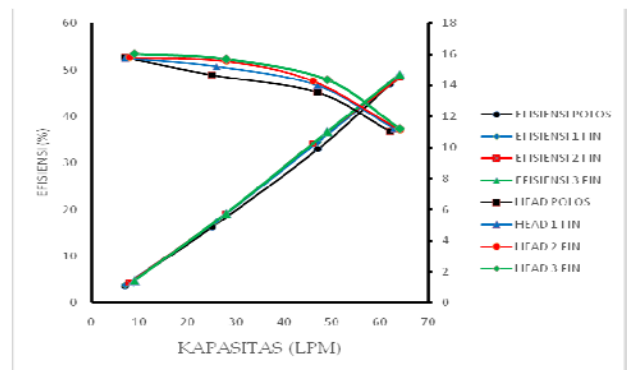
Gbr. 12 Grafik efisiensi pada kecepatan 2800 rpm temperatur 30°C



Gbr. 13 Grafik efisiensi pada kecepatan 1500 rpm temperatur 70° C



Gbr. 14 Grafik efisiensi pada kecepatan 2200 rpm temperatur 70°C



Gbr. 15 Grafik efisiensi pada kecepatan 2800 rpm temperatur 70°C

Dari gambar grafik-grafik di atas dapat diamati bahwa semakin tinggi kecepatan putar motor maka nilai efisiensi pompa semakin naik karena debit air yang masuk ke dalam pompa semakin besar, akibatnya kapasitas yang hisap pompa semakin besar sehingga efisiensi naik. efisiensi yang tertinggi berada di impeller dengan variasi 3 fin pada kecepatan 2800 RPM yaitu 54%. Naiknya kecepatan motor berpengaruh terhadap nilai kapasitas pompa dan

head. Dengan adanya penambahan variasi 3 *fin* berpengaruh pada naiknya efisiensi pompa, penambahan variasi 3 *fin* mampu menaikkan efisiensi pompa jika dibandingkan dengan bilah impeller polos, juga penambahan variasi 1 *fin* dan 2 *fin*. Sifat dari penambahan variasi 3 *fin* ini adalah mampu mengurangi gesek pada lintasan aliran sehingga dapat mengurangi hambatan terkait dengan berkurangnya turbulensi aliran silang secara signifikan. Mekanisme reduksi tegangan geser oleh *riblet* adalah *riblet* menghambat gerakan *cross-flow* sehingga aliran turbulensi dapat dikurangi dengan adanya penambahan variasi 3 *fin*.

Nilai *head* tertinggi 17 m, kapasitas tertinggi yaitu 65 lpm dan efisiensi tertinggi 54% didapatkan pada kecepatan 2800 rpm dan temperatur air 30° C, sedangkan pada temperatur air 70 ° C didapatkan nilai *head* tertinggi 16 m, kapasitas tertinggi yaitu 64 lpm dan efisiensi tertinggi 49% pada kecepatan 2800 rpm, ini disebabkan karena adanya kenaikan temperatur air yang menyebabkan air mendidih dan menyebabkan munculnya gelembung gelembung udara pada air sehingga pada saat proses pemompaan yang terhisap masuk kedalam rumah pompa tidak murni air melainkan air yang bercampur dengan gelembung gelembung udara yang menyebabkan munculnya kavitasi.

Jadi, dapat di simpulkan bahwa semakin bertambahnya kecepatan putar motor maka nilai efisiensi akan semakin tinggi, tetapi kenaikan temperatur air akan menyebabkan penurunan efisiensi karena akan mempercepat adanya kavitasi pada pompa.

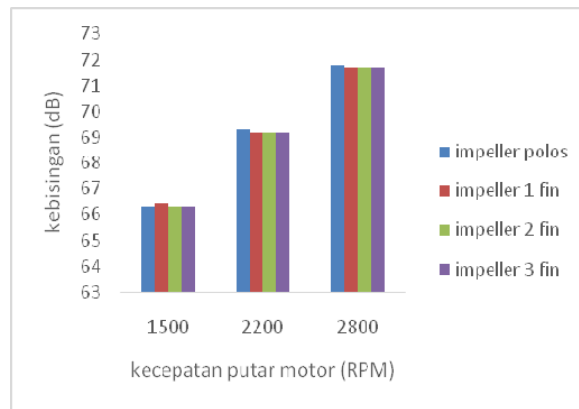
C. Analisis Pengaruh variasi penambahan jumlah *Fin* pada Impeller dan Variasi Kecepatan Putaran Terhadap Kebisingan Pompa.

Pada tabel 1 di bawah, menunjukkan data kebisingan yang dihasilkan oleh adanya variasi penambahan jumlah *Fin* pada impeller dan variasi kecepatan putaran.

Tabel 1 Data Kebisingan Pada Variasi penambahan jumlah *fin* pada Impeller dan Variasi Kecepatan Putaran

kecepatan (RPM)	Kebisingan (dB)			
	impeller polos	impeller 1 fin	impeller 2 fin	impeller 3 fin
1500	68,2	68,3	68,2	68,2
2200	69,3	69,2	69,2	69,2
2800	71,8	71,7	71,7	71,7

Dari tabel 1 di atas, selanjutnya dibuat grafik yang akan dianalisis sebagai berikut:



Gbr 16 Grafik kebisingan yang ditimbulkan oleh variasi penambahan jumlah *fin* pada impeller dan variasi kecepatan putaran

Pada grafik diatas menunjukkan bahwa impeller polos mengalami kebisingan yang paling tinggi yaitu mencapai 72,7 dB pada kecepatan putar motor 2800 RPM sedangkan kebisingan yang paling rendah terdapat pada impeller dengan variasi 3 *fin* pada kecepatan putar motor 1500 RPM. Dari grafik diatas bisa disimpulkan bahwa semakin besar kecepatan putar motor maka semakin besar juga kebisingan pompa sehingga disarankan untuk tidak mendengarkan lebih dari 8 jam.

**KESIMPULAN**

Berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan tentang pengaruh temperatur air, kecepatan putaran pompa, dan variasi penambahan jumlah *fin* pada bilah terhadap karakteristik pompa sentrifugal semi *open* , maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Adanya variasi penambahan jumlah *fin* pada impeller dapat meningkatkan nilai *head*, kapasitas air yang dihasilkan, efisiensi pompa dan juga kebisingan pompa, tetapi hal itu berbanding terbalik untuk NPSH pompa. *Head* tertinggi yaitu 17,1 m, kapasitas tertinggi yaitu 65 lpm, dan efisiensi tertinggi yaitu 54 % didapatkan pada impeller dengan variasi 3 *fin* dengan putaran motor 2800 rpm pada suhu 30°C. Untuk kebisingan tertinggi yaitu 71,8 dB didapatkan pada impeller polos. Sedangkan untuk NPSH tertinggi yaitu 13,5 m didapatkan pada impeller variasi 3 *fin* dengan putaran motor 1500 rpm pada suhu 30°C.
- Adanya variasi penambahan temperatur air pada pompa maka akan berpengaruh terhadap nilai *head*, kapasitas air, NPSH dan efisiensi pompa. pada temperatur 30° C didapatkan *Head* 17,1 m, kapasitas 65 lpm, NPSH 13,5 m, dan efisiensi 54%, untuk temperatur 70° C didapatkan nilai *Head* 16 m, kapasitas 64 lpm, NPSHa tertinggi yaitu 7,1 m dan efisiensi 49%, bisa disimpulkan semakin tinggi temperatur air maka nilai *head*, kapasitas, NPSH dan efisiensi menurun.

## REFERENSI

- [1] Ali, Imad S and Al-Fatlawie, Noor H. 2011. " Drag Reduction In Turbulent Flow Using Different Kinds of Riblets ". Conference Proceeding. 457-469
- [2] Bixler, G. D., & Bhushan, B. 2012. "Biofouling: lessons from nature. Philosophical Transactions of the Royal Society of London A: Mathematical". Physical and Engineering Sciences. 2381-2417
- [3] Delly, Jenny. 2009. "Pengaruh Temperatur Terhadap Terjadinya Kavitasi Pada Sudu Pompa Sentrifugal". *Dinamika Jurnal Ilmiah TM*. Vol. 01(01): ISSN 2085-8817
- [4] Heidarian, A., Ghassemi, H., Liu P. 2017. "Numerical Analys of The Effects of Riblets on Drag Reduction of a Flat Plate ". *Applied Fluid mechanic*. Vol. x(x): pp x-x, 200x
- [5] Junaidi, Fathona Fajri. 2014. " Analisis Distribusi Kecepatan Aliran Sungai Musi (Ruas Jembatan Ampera Sampai Dengan Pulau Kemaro)". *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*. Vol. 2(03)
- [6] Karasik, Igor J., William C. Krutzsc, Warren H. Frase, Joseph Messina. 2001. *Pump Handbook* 3<sup>rd</sup> edition. McGraw Hillbokk: Amerika Serikat
- [7] Kurdi, Ojo dan Arijanto. 2007. "Aspek Torsi dan Daya pada Mesin Sepeda Motor 4 Langkah dengan Bahan Campuran Premium – Methanol". *Jurusan Teknik Mesin FT – UNDIP*. Vol. 9(02)
- [8] Musyafa, Achmad Aliyin. 2015. "Pengaruh Jumlah Sudu Sentrifugal Impeller Terhadap Kapasitas dan Efisiensi Pompa Sentrifugal". *Jurusan Teknik Mesin*. Vol. 03 (03) : hal. 136-144
- [9] Nouwen, A dan Amir, B.S. 1981. *Pompa 1*. Jakarta: Bhatara Karya Aksara
- [10] Nugroho, Gunawan. Hantoro, Ridho. Hasan, Dwi Sandra. 2013. "Studi Eksperimental *Vertical Axis Wind Turbine* Tipe Savonius dengan Variasi Jumlah *Fin* pada Sudu". *Mekanika*. Vol. 2 (2) : hal. 2337-3539
- [11] Sembada, Satrya. 2017. "Pengaruh Jumlah Bilah *Centrifugal Impeller* Terhadap NPSH Pompa". *Jurusan Teknik Mesin*. Vol. 05(01): hal. 101-110
- [12] Sihite, Alexander Nico P., Nasution, A. Halim. 2013. "Analisis Kerugian *Head* Pada Sistem Perpipaan Bahan Bakar HSD PLTU Sicanang Menggunakan Program Analisis Aliran Fluida ". *Jurnal E – Dinamis*. Vol. 04(04): ISSN 2338-1035
- [13] Siregar, Indra Herlamba. 2013. *Pompa setrifugal*. Surabaya: University Press
- [14] Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Penerbit Alfabeta
- [15] Sularso dan Tahara, Haruo. 2000. *Pompa dan Kompresor*. Jakarta: Penerbit Pradnya Paramitha.
- [16] Tim Penulis. 2004. *Buku Pedoman Penulisan dan Ujian Skripsi Unesa*. Surabaya: Unesa.
- [17] 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". *Mechanical Engineering Faculty Jember Univercity*. Vol. 01(01): ISSN 2085-8817
- [18] Yohana, Eflita dan Nugroho, Ari. 2016. " Analisa Perhitungan Efisiensi *Circulating Water Pump 76LKSA-18* Pembangkit Listrik Tenaga Uap Menggunakan Metode Analitik". *Rotasi*. Vol. 18(01): 8-12