

PENGARUH JUMLAH SUDU SENTRIFUGAL IMPELLER TERHADAP KAPASITAS DAN EFISIENSI POMPA SENTRIFUGAL

Achmad Aliyin Musyafa

S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: a.aliyin02@gmail.com

Indra Herlamba Siregar

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: indra_adsite2006@yahoo.com

Abstrak

Pompa adalah alat yang digunakan untuk memindahkan cairan (*fluida*) dari suatu tempat ke tempat yang lain, melalui media pipa (saluran) dengan cara menambahkan energi pada cairan yang dipindahkan. Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian hisap (*suction*) dan bagian tekan (*discharge*). Pompa sentrifugal adalah pompa yang prinsip kerjanya menaikkan tekanan cairan dengan memanipulasi kecepatan, gaya sentrifugal dan mentransformasikan gaya tersebut ke impeller yang berputar di dalam casing, untuk membuat perbedaan tekanan pada sisi hisap (*suction*) dan tekan (*discharge*). Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Teknik analisa data dalam penelitian ini menggunakan analisis data deskriptif. Tujuan penelitian ini adalah untuk (1) melihat pengaruh variasi jumlah sudu tiga, empat dan lima pada sentrifugal impeller, terhadap efisiensi dan kapasitas pompa sentrifugal. (2) melihat pengaruh variasi putaran terhadap efisiensi dan kapasitas pompa sentrifugal. Hasil penelitian menunjukkan Semakin banyak jumlah sudu maka kapasitas dan efisiensi pompa semakin meningkat. Hal ini terjadi karena dengan semakin banyaknya jumlah sudu maka semakin banyak pula fluida yang diangkat. Pada jumlah sudu 5 kapasitas pompa adalah 35,92 liter/menit dan efisiensi sebesar 33,24%. Pada impeller sudu 4 kapasitas pompa adalah 33,40 liter/menit dan efisiensi 31,18%. Pada impeller sudu tiga kapasitas pompa 31,77 liter/menit, dan efisiensi 29,24%. Pertambahan nilai *head* berbanding terbalik dengan kapasitas pompa. nilai *head* tertinggi didapat dari kondisi *shut off head* sebesar 16,93 m pada impeller dengan 5 sudu dan nilai *head* terendah pada impeller sudu 3 sebesar 8,80 m. Semakin tinggi putaran, maka semakin tinggi efisiensi dan kapasitas dari pompa. Hal ini terjadi karena semakin meningkat putaran maka kecepatan aliran juga semakin meningkat. Dengan naiknya kecepatan aliran maka *friction factor* menjadi berkurang sehingga menurunkan *loss* yang ada. Pada putaran tertinggi sebesar 2700 Rpm nilai *head* sebesar 5,71 m dan nilai dari kapasitas pompa sebesar 35,40 liter/menit dan nilai efisiensi 33,24%. Pada putaran 2000 Rpm kapasitas 39,43 liter/menit, dan efisiensi 22,78%. Pada putaran 1300 Rpm kapasitas 18,42 liter/menit, dan efisiensi 14,10%. Semakin tinggi putaran penggerak (Rpm) maka akan semakin besar efisiensi kapasitas dan *head* dari pompa. Pertambahan nilai *head* tidak sangat besar seperti pada kondisi tertinggi yaitu saat kondisi *shut off head*. Pertambahan nilai kenaikan dari kapasitas dan efisiensi berbanding lurus dengan pertambahan putaran.

Kata kunci : sentrifugal impeller, jumlah sudu, putaran motor

Abstract

The pump is a device used to move fluids (fluid) from one place to another, through the medium of the pipe (duct) and how to add energy on liquid that was removed. The pump operates with principles make a difference between the suction pressure (*suction*) and the press (*discharge*). Centrifugal pump is a pump that principle it works raise the pressure by manipulating liquid speed, centrifugal force and transforming the force into a rotating impeller inside the casing, to make a difference in pressure on the suction side (*suction*) and press (*discharge*). This research uses experimental methods . Technique of data analysis in this study uses descriptive data analysis. The purpose of this study is to (1) see the influence of the variation of the total number of vanes three, four and five on the centrifugal impeller of centrifugal pump's capacity and efficiency. (2) look at the influence of variations in the rotation against the efficiency and capacity of centrifugal pumps. The results showed The greater number of vanes and the capacity and efficiency of the pump increases. This happens because of the large number of vanes with more and then more and more fluid is also raised. On the number of vanes pump is 35,92 capacity 5 litres/minute and efficiency of 33,24%. On the impeller vanes 4 pump capacity is 33,40 liters/min and 31,18% efficiency. On the impeller vanes pump capacity 31.77 three liters/minute, and efficiency 29,24%. Increase the value of head is inversely proportional to the capacity of the pump. the value of head is the highest obtainable from condition of the shut off head of 16,93 m on impeller with 5 vanes and the lowest value on the impeller vanes 3 of 8.80 m. The higher the rotation, then the higher the efisiensi and capacity of the pump. This occurs because increasing rounds then the flow rate also increases. With the rising flow of kecepatan then the friction factor be reduced thus lowering losses there. On the highest round of 2700 Rpm value of 5.71 m

and the value of the capacity of the pump amounted to 35.40 liters/min and value the efficiency of 33.24%. On the 2000 Rpm capacity litres/minute, 39,43 and efficiency 22,78%. On round 1300 Rpm capacity 18,42 liters/minute, and efficiency at 14%. The higher the round mover (Rpm) then will the greater capacity and efficiency of the pump head . Head of value added is not so great as in the highest condition i.e. as conditions shut off head. Value-added increment of capacity and efficiency is directly proportional to the increase of the round.

Key words: centrifugal impeller, the number of vanes, round motor

PENDAHULUAN

Secara alamiah air akan mengalir dari tempat tinggi ke tempat rendah mengikuti gaya gravitasi bumi. Untuk aliran sebaliknya maka dibutuhkan peralatan yang dikenal dengan pompa. Pompa adalah alat yang digunakan untuk memindahkan cairan (*fluida*) dari suatu tempat ke tempat yang lain, melalui media (saluran) dengan cara menambahkan energi pada cairan yang dipindahkan. Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian hisap (*suction*) dan bagian tekan (*discharge*). Perbedaan tekanan pada dua bagian tersebut diperoleh dari mekanisme perputaran impeller yang menjadikan bagian hisap vakum. Perbedaan tekanan pada sisi hisap inilah yang membuat cairan mampu berpindah.

Pompa sentrifugal adalah salah satu pompa yang umum digunakan dalam memenuhi kebutuhan air dalam kehidupan sehari – hari. Pompa sentrifugal adalah pompa yang mengubah energi kinetik impeller yang berputar menjadi energi tekan fluida. prinsip kerjanya menaikkan tekanan cairan dengan memanipulasi kecepatan, gaya sentrifugal dan mentransformasikan gaya tersebut ke impeller yang berputar di dalam casing untuk membuat perbedaan tekanan pada sisi hisap (*suction*) dan tekan (*discharge*). Kinerja pompa ditentukan oleh head, kapasitas dan efisiensi. Head adalah kemampuan dari pompa untuk mengangkut fluida, kapasitas adalah jumlah volume fluida yang berpindah atau dialirkan dalam satuan waktu, efisiensi adalah perbandingan daya pompa dibandingkan dengan energy yang dibutuhkan oleh motor penggerak untuk menjalankan pompa.

Dari jurnal - jurnal tentang pompa sentrifugal yang telah diteliti sebelumnya, berbagai perancangan pompa sentrifugal telah lama diteliti, diantaranya:

Zaky Mubarak (2011) dalam penelitiannya yang berjudul “Analisis Perubahan Jumlah Sudu Impeller Terhadap Kecepatan Dan Tekanan Fluida Pada Pompa Sentrifugal Menggunakan *Fluent* 6.23.26”. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak (software) *GAMBIT* 2.2.30 dan *ANSYS FLUENT* 6.23.26 dengan membandingkan hasil distribusi kecepatan dan tekanan pada pompa untuk jumlah sudu Impeller 3 sudu, 4 sudu dan 5 sudu. Hasil dari simulasi ini didapatkan nilai *Head* perancangan pompa sebesar 78 m, dengan kapasitas 76 m³/jam, kecepatan putar Impeller sebesar 2950 rpm. Nilai *head* tekan pada impeller 3 sudu head yang dihasilkan 110,926 m, 4 sudu sebesar 112,715 m dan 5 sudu sebesar 117,919 m. maka dari nilai yang didapatkan ditarik kesimpulan bahwa Terjadi peningkatan nilai tekanan pada sisi keluar yang sebanding dengan penambahan jumlah sudu impeller,

Peningkatan nilai *head* pada sisi tekan masih lebih besar dibandingkan dengan penurunan nilai *head* pada sisi masuk, sehingga nilai total *head* meningkat pula.

Abdul Kodir (2012) dalam penelitiannya dengan judul “Pengaruh Kombinasi Jumlah Sudu *Blade* Pada 2 Pompa Dengan Susunan Seri” menyatakan bahwa ada beberapa hal yang mempengaruhi kinerja pompa antara lain Jumlah sudu, dimana dari hasil penelitian semakin besar jumlah sudu maka dia akan menurunkan kinerja pompa. Sehingga diperoleh hasil, Untuk pompa jumlah sudu 3 dan 3 yang disusun seri pada bukaan katup 0⁰ didapat Kapasitas (*Qac*) = 0.00054713 m³/s, *Head* Pompa (*H*)= 8,87 m, dengan efisiensi (η) = 17,97%. Pada pompa jumlah sudu 3 dan 4 yang disusun secara seri pada bukaan katup 0⁰ didapat Kapasitas (*Qac*) = 0.000510422 m³/s, *Head* Pompa (*H*) = 7,69 m, dengan efisiensi (η) = 15,58 %. Pada pompa jumlah sudu 3 dan 5 yang disusun secara seri pada bukaan katup 0⁰ didapat *Qac* = 0.000475233 m³/s, *Head* Pompa (*H*) = 6,75 m, dengan efisiensi (η) = 11,87 %. Pada pompa jumlah sudu 4 dan 4 yang disusun secara seri pada bukaan katup 0⁰ didapat *Qac* = 0.000585378 m³/s, *Head* Pompa (*H*) = 9,95 m, dengan efisiensi (η) = 16,16 %. Pada pompa jumlah sudu 4 dan 5 yang disusun secara seri pada bukaan katup 0⁰ didapat *Qac* = 0.00054713 m³/s, *Head* Pompa (*H*) = 8,73 m, dengan efisiensi (η) = 16,58% . Pada pompa jumlah sudu 5 dan 5 yang disusun secara seri pada bukaan katup 0⁰ didapat *Qac* = 0.00054713 m³/s, *Head* Pompa (*H*) = 8,71 m, dengan efisiensi (η) = 16,54 %.

Berdasarkan penelitian – penelitian terdahulu tersebut maka peneliti mengambil penelitian tentang variasi jumlah sudu pada impeller dengan jumlah sudu impeller 3 sudu, 4 sudu dan 5 sudu. Serta variasi kecepatan putar sebesar 2700 rpm, 2000 rpm dan 1300 rpm sebagai putaran terendah terhadap efisiensi dan kapasitas pompa sentrifugal.

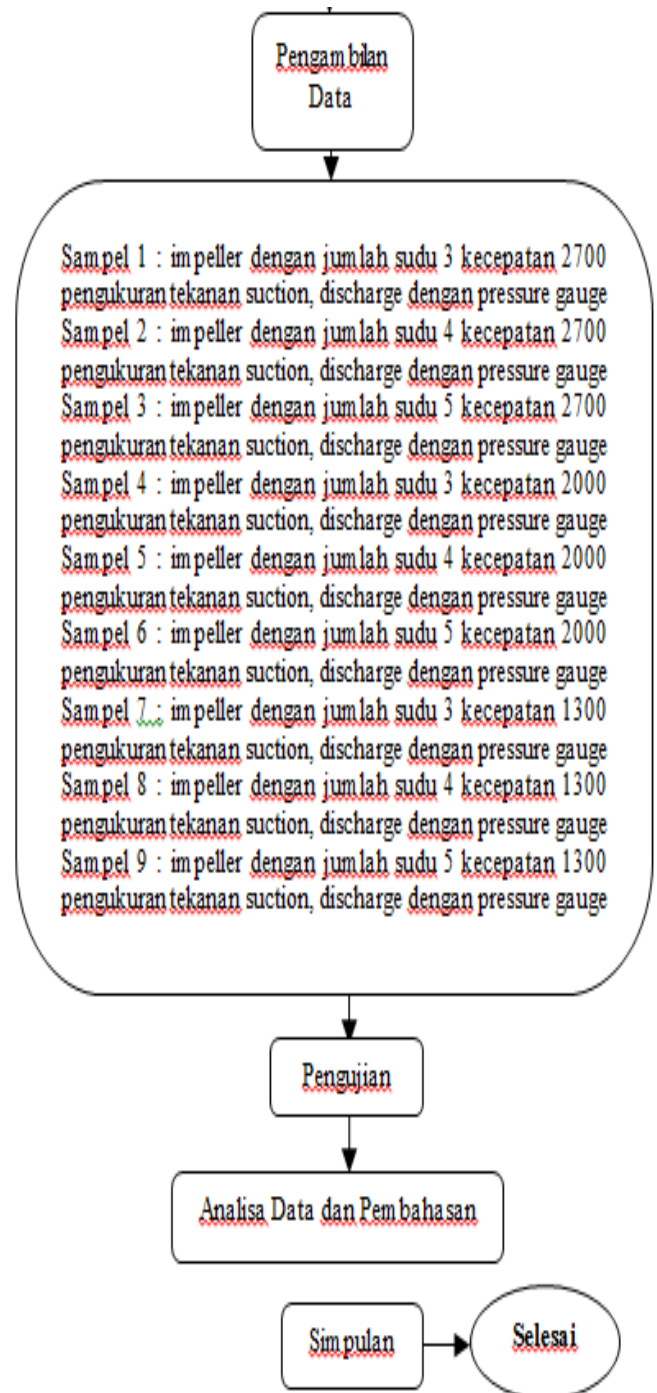
Tujuan dari penelitian ini mengetahui pengaruh variasi jumlah sudu pada sentrifugal impeller terhadap kapasitas pompa sentrifugal dan efisiensi pompa sentrifugal. Mengetahui pengaruh variasi kecepatan putar terhadap kapasitas pompa sentrifugal dan efisiensi pompa sentrifugal.

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini membantu dalam mengetahui karakteristik pompa pada setiap pemasangan impeller yang berbeda. Menentukan optimasi desain pada sentrifugal impeller sehingga dapat membantu menentukan pemilihan impeller yang efisien. Mengetahui penyebab terjadinya kapasitas dan head pompa air yang berbeda pada pompa sentrifugal.

Mengetahui hubungan antara jumlah sudu suatu impeller dan kecepatan putar pompa sentrifugal terhadap efisiensi pompa. Menghasilkan informasi informasi yang bermanfaat berkaitan dengan pengaruh jumlah sudu terhadap kinerja pompa sentrifugal. Sebagai referensi bacaan dalam penelitian selanjutnya

METODE

Rancangan Penelitian



Gambar 1. Rancangan Penelitian

Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Fluida Universitas Negeri Surabaya.

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Variabel Bebas (*Independent Variabel*)
Variabel bebas dalam penelitian Uji Eksperimen Pengaruh Jumlah Sudu Sentrifugal Impeller 3 sudu, 4 sudu, 5 sudu akan digunakan sebagai variasi yang dibandingkan dengan kecepatan putaran 2700 rpm sebagai putaran tertinggi, 2000 rpm sebagai putaran menengah dan 1300 rpm sebagai putaran terendah.

Tabel 1. Variasi Jumlah Sudu pada Sentrifugal Impeller

No. Sampel	Jumlah sudu	Kecepatan Putaran	Jenis Fluida
1	3	2700	Air
2	4	2700	
3	5	2700	
4	3	2000	
5	4	2000	
6	5	2000	
7	3	1300	
8	4	1300	
9	5	1300	

- Variabel Terikat (*Dependent Variabel*)
Variabel terikat dalam penelitian ini adalah Tekanan *input*, tekanan *output*, efisiensi dan kapasitas pada pompa sentrifugal.
- Variabel Kontrol (*Control Variable*)
Variabel kontrol yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis *fluida* yaitu air.

Instrumen dan Alat Penelitian

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

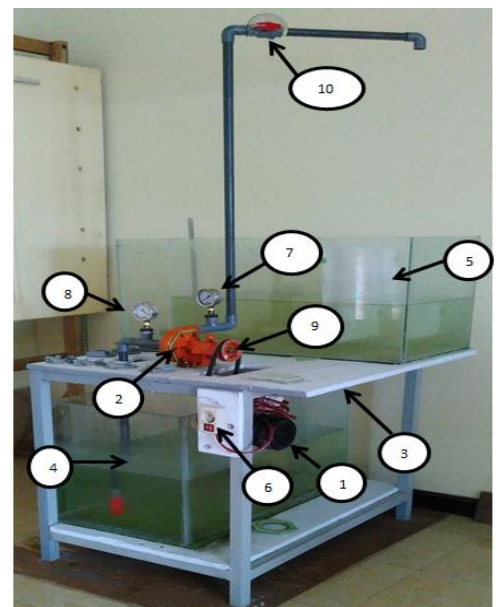
- Pompa sentrifugal yang dirakit dengan komponen-komponen sebagai berikut:
 - a. Motor pompa
 - rumah pompa (*volute*)
 - *Elbow* 90°
 - Dudukan / meja
 - Pipa yang digunakan adalah berbahan PVC dengan keterangan sebagai berikut:
 - Diameter pipa *discharge* : 3/4"
 - Diameter pipa *suction* : 3/4"
 - Panjang pipa *discharge* : 0.75 m
 - Panjang pipa *suction* : 1 m
- Bak penampungan sebagai sumber air
- *Pressure gauge*, alat ukur tekanan yang nantinya digunakan untuk mengukur tekanan air yang masuk maupun yang keluar dari pompa.
- *V-Notch*, alat ini digunakan untuk mengukur besarnya debit yang mengalir, cara kerjanya

adalah mengukur ketinggian air yang mengalir lewat *V-Notch weir*.

- *Mistar*, digunakan untuk menghitung ketinggian air pada *V-notch* dan bak penampungan
- *Clamp meter* digunakan sebagai pengukur arus dan tegangan listrik.
- *Tachometer* di gunakan untuk mengukur besarnya putaran poros motor.
- Alat kerja bangku, alat yang nantinya akan digunakan dalam proses perancangan pompa sentrifugal.

Skema perancangan

Skema perancangan Pompa sentrifugal dapat di lihat dari gambar, sebagai berikut:



Gambar 2. Skema Penelitian

Keterangan:

1. Motor
 2. Rumah pompa
 3. Meja
 4. Bak penampungan
 5. *V-notch*
 6. Tombol on/off, tempat mengukur arus & volt
 7. *Pressure gauge* pipa keluaran (*discharge*)
 8. *Pressure gauge* pipa hisap (*suction*)
 9. Pulley dan belt
 10. Valve
- Teknik Pengumpulan Data
Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam pengumpulan data pada penelitian ini adalah teknik eksperimen, yaitu mengumpulkan data dengan cara menguji atau mengukur objek yang diuji selanjutnya mencatat data-data yang diperlukan. Adapun beberapa parameter yang diuji adalah sebagai berikut yang selanjutnya dicatat hasil pengujiannya,
 - Tekanan input
 - Tekanan output
 - Debit air output
 - Daya motor
 - Efisiensi pompa

• Prosedur Penelitian

Tahap pertama adalah menyiapkan alat dan bahan, dalam penelitian ini alat dan bahan yang harus disiapkan adalah semua alat dan komponen – komponen yang telah di uraikan pada sub instrument dan alat penelitian. Setelah alat dan bahan telah lengkap, langkah selanjutnya adalah perancangan pompa sentrifugal, langkah – langkah selanjutnya adalah sebagai berikut:

- Pemeriksaan tangki isap (*suction*) dan pipa isap.
- Pemeriksaan katup isap.
- Pemeriksaan air.
- Pemeriksaan pompa.
- Pemeriksaan motor.
- Pemeriksaan alat bantu lain.
- Pemeriksaan instalasi / sistem perpipaan.
- Pada kondisi diatas kemudian divariasikan *sentrifugal impeller* dengan jumlah sudu 3, 4, dan 5 dengan variasi kecepatan 2700, 2000 dan 1300 rpm dan nantinya akan dicari hasil *efisiensi* dan kapasitas terbaik. Setelah memvariasikan atau pemasangan salah satu *impeller*, Untuk kondisi awal katup *suction* ditutup penuh dan katup *discharge* ditutup penuh.
- Lalu pompa dijalankan, sebelumnya posisi katup *suction* dibuka penuh dan bila pompa belum bekerja dilakukan pemancingan.
- Selanjutnya setelah pompa bekerja katup *discharge* dibuka dari posisi 0°, 30°, 60°, 90°.

• Teknik Pengambilan Data

Pengambilan data penelitian adalah sebagai berikut:

- Pengambilan data pengujian ini dilakukan dengan cara Mengamati tekanan pada sisi *discharge* dan *suction* dengan variasi sudu pada impeller dan putaran seperti yang telah ditentukan.
- Pengukuran putaran poros dengan *tachometer*.
- Mengukur tinggi permukaan air pada V-Notch weir dan pada bak penampung.
- Pengambilan data dilakukan setiap 15 menit atau diasumsikan aliran sudah *steady* untuk menghitung ketinggian V-notch.

Teknik Analisis Data

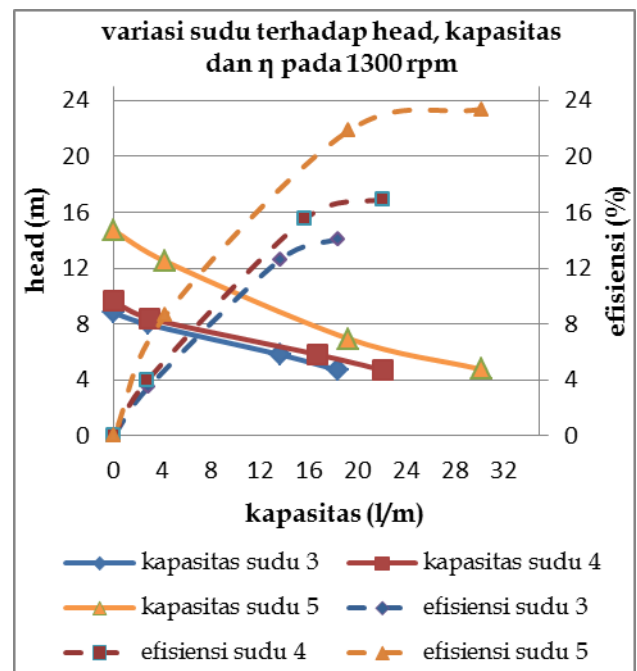
Teknik analisis data yang digunakan untuk menganalisa data pada penelitian ini adalah statistika *deskriptif kuantitatif*. Teknik analisis data ini, dilakukan dengan cara menelaah data yang diperoleh dari eksperimen, dimana hasilnya berupa data kuantitatif yang akan dibuat dalam bentuk tabel dan ditampilkan dalam bentuk grafis. Langkah selanjutnya adalah mendeskripsikan atau menggambarkan data tersebut sebagaimana adanya dalam bentuk kalimat yang mudah dibaca, dipahami, dan dipresentasikan sehingga pada intinya adalah sebagai upaya memberi jawaban atas permasalahan yang diteliti (Sugiyono, 2007:147).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam proses analisa data akan diambil rata-rata data dari tiga kali proses percobaan yang akan digunakan untuk perhitungan pada impeller sudu 3, sudu 4, sudu 5. Dengan variasi kecepatan 1300 Rpm, 2000 Rpm dan 2700 Rpm adalah :

- Kapasitas pompa
- Kecepatan aliran
- Reynold number
- Head Loss
- Head pompa
- Water Horse Power
- Brake Horse Power
- Efisiensi

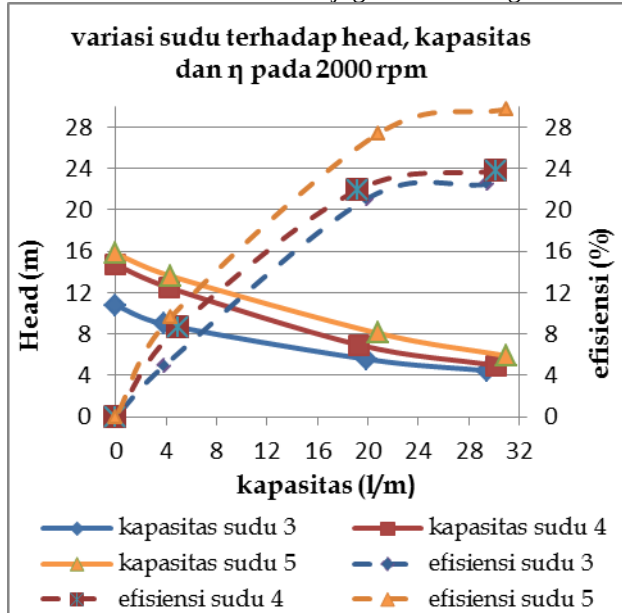
Pengaruh Variasi Jumlah Sudu Pada Sentrifugal Impeller Terhadap Efisiensi Pompa Sentrifugal Dan Kapasitas Pompa Sentrifugal



Gambar 3. Grafik Variasi Sudu terhadap Head, Kapasitas dan η Pompa pada 1300 rpm

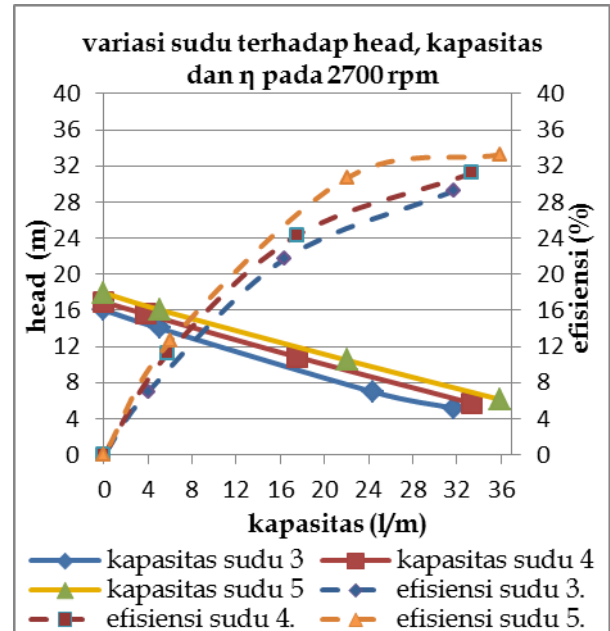
Berdasarkan gambar 4.1 maka dapat dilihat bahwa *head* tertinggi untuk impeller sudu 5, pada putaran 1300 Rpm dengan nilai *head* sebesar 14,70 m dan *head* terendah dengan nilai 8,80 m pada sudu 3. Dari grafik tersebut hubungan antara kapasitas dan *head* dapat dilihat bahwa nilai *head* pompa berbanding terbalik dengan kapasitas. Harga *head* tertinggi yaitu, 14,70 m pada kapasitas 0 m³/s atau pada posisi tertutup rapat (*shut off head*). Ini menunjukkan bahwa nilai *head* cenderung turun seiring bertambahnya nilai kapasitas. Semakin besar nilai kapasitas menunjukkan bahwa semakin banyak fluida yang di pompakan sehingga bertambahnya faktor losses yang terjadi. efisiensi tertinggi terdapat pada impeller sudu 5 dengan nilai efisiensi sebesar 23,37% dan terendah dengan nilai 14,10% pada jumlah sudu 3. Dari grafik tersebut

diketahui hubungan antara efisiensi dan kapasitas. Dapat dilihat bahwa nilai efisiensi pompa berbanding lurus dengan kapasitas. Harga efisiensi tertinggi yaitu 23,37% pada kapasitas 30,21 liter/menit. Untuk mencari efisiensi dari pompa yaitu *water horse power* (WHP) dibagi *brake horse power* (BHP) atau daya penggerak dikali seratus persen. WHP diperoleh dari masa jenis fluida di kali grafitasi dikali kapasitas dikalikan *head*. Dari rumus tersebut dapat dilihat ketika kapasitas bertambah maka nilai dari WHP juga akan meningkat.



Gambar 4. Grafik Variasi Sudu terhadap Head, Kapasitas dan η Pompa pada 2000 rpm

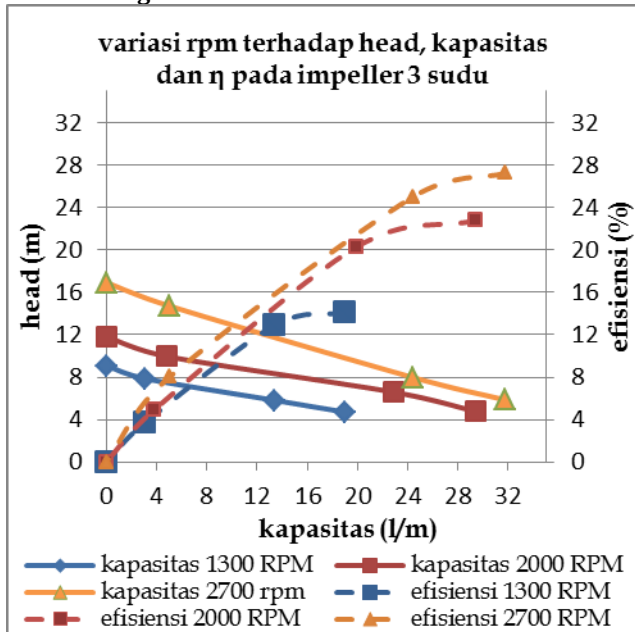
Berdasarkan gambar 4 maka dapat dilihat bahwa *head* tertinggi untuk impeller sudu 5, pada putaran 2000 Rpm dengan nilai *head* sebesar 15,78 m dan *head* terendah dengan nilai 10,80 m pada sudu 3. Dari grafik tersebut hubungan antara kapasitas dan *head* dapat dilihat bahwa nilai *head* pompa berbanding terbalik dengan kapasitas. Harga *head* tertinggi yaitu, 15,78 m pada kapasitas 0 m³/s atau pada posisi tertutup rapat (*shut off head*). Ini menunjukkan bahwa nilai *head* cenderung turun seiring bertambahnya nilai kapasitas. Semakin besar nilai kapasitas menunjukkan bahwa semakin banyak fluida yang di pompakan sehingga bertambahnya faktor losses yang terjadi. efisiensi tertinggi terdapat pada impeller sudu 5 dengan nilai efisiensi sebesar 29,73% dan terendah dengan nilai 22,48% pada jumlah sudu 3. Dari grafik tersebut diketahui hubungan antara efisiensi dan kapasitas. Dapat dilihat bahwa nilai efisiensi pompa berbanding lurus dengan kapasitas. Harga efisiensi tertinggi yaitu 29,73% pada kapasitas 30,98 liter/menit. Untuk mencari efisiensi dari pompa yaitu *water horse power* (WHP) dibagi *brake horse power* (BHP) atau daya penggerak dikali seratus persen. WHP diperoleh dari masa jenis fluida di kali grafitasi dikali kapasitas dikalikan *head*. Dari rumus tersebut dapat dilihat ketika kapasitas bertambah maka nilai dari WHP juga akan meningkat.



Gambar 5. Grafik Variasi Sudu terhadap Head, Kapasitas dan η Pompa pada 2700 rpm

Berdasarkan gambar 5 maka dapat dilihat bahwa *head* tertinggi untuk impeller sudu 5, pada putaran 2700 Rpm dengan nilai *head* sebesar 17,93 m dan *head* terendah dengan nilai 16,027 m pada sudu 3. Dari grafik tersebut hubungan antara kapasitas dan *head* dapat dilihat bahwa nilai *head* pompa berbanding terbalik dengan kapasitas. Harga *head* tertinggi yaitu, 17,93 m pada kapasitas 0 m³/s atau pada posisi tertutup rapat (*shut off head*). Ini menunjukkan bahwa nilai *head* cenderung turun seiring bertambahnya nilai kapasitas. Semakin besar nilai kapasitas menunjukkan bahwa semakin banyak fluida yang di pompakan sehingga bertambahnya faktor losses yang terjadi. efisiensi tertinggi terdapat pada impeller sudu 5 dengan nilai efisiensi sebesar 33,24% dan terendah dengan nilai 29,24% pada jumlah sudu 3. Dari grafik tersebut diketahui hubungan antara efisiensi dan kapasitas. Dapat dilihat bahwa nilai efisiensi pompa berbanding lurus dengan kapasitas. Harga efisiensi tertinggi yaitu 29,73% pada kapasitas 30,98 liter/menit. Untuk mencari efisiensi dari pompa yaitu *water horse power* (WHP) dibagi *brake horse power* (BHP) atau daya penggerak dikali seratus persen. WHP diperoleh dari masa jenis fluida di kali grafitasi dikali kapasitas dikalikan *head*. Dari rumus tersebut dapat dilihat ketika kapasitas bertambah maka nilai dari WHP juga akan meningkat.

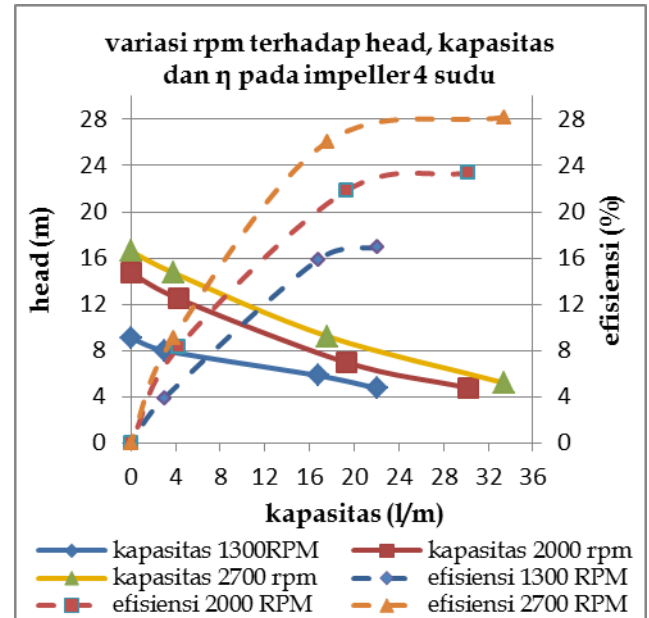
Bagaimana Pengaruh Variasi Kecepatan Putar Terhadap Efisiensi Pompa dan Kapasitas Pompa Sentrifugal



Gambar 6. Grafik Variasi Rpm Terhadap Head, Kapasitas dan Efisiensi Pompa dengan Jumlah Impeller 3 Sudu

Berdasarkan gambar 6 maka dapat dilihat bahwa efisiensi tertinggi untuk impeller sudu 3 berada pada putaran 2700 Rpm dengan nilai efisiensi sebesar 27,24% dan terendah dengan nilai 14,10% berada pada putaran terendah yaitu 1300 Rpm. Dari grafik tersebut hubungan antara efisiensi dan putaran adalah berbanding lurus. Harga efisiensi tertinggi yaitu 27,24% pada kapasitas 31,77 liter/menit. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar rpm maka fluida yang dipompakan juga semakin besar sehingga semakin besarnya kecepatan aliran maka semakin tinggi kecepatannya. Ketika kecepatan aliran besar maka *friction factor* nya menjadi lebih kecil.

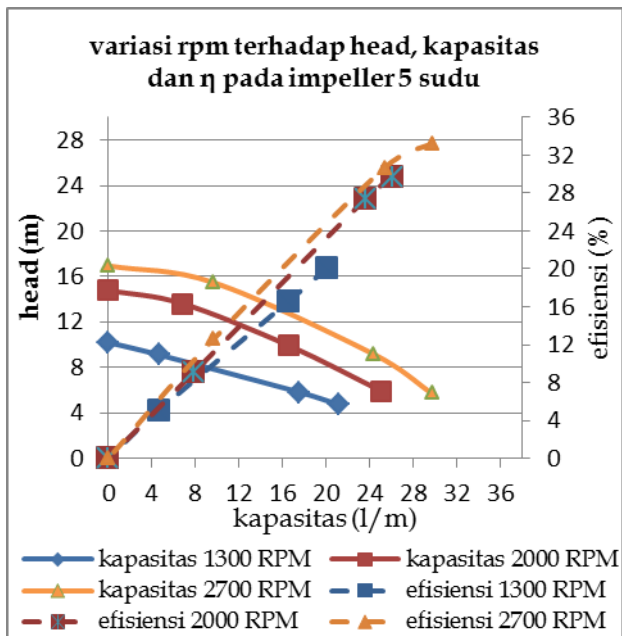
Untuk nilai *head* dengan putaran motor adalah semakin tinggi putaran motor maka semakin besar nilai *head*nya. Ini terjadi karena tekanan di sisi *inlet* dan disisi *discharge* juga semakin besar. Jika semakin besar tekanan maka nilai *head* juga semakin meningkat. Karena tekanan tersebut sangat berpengaruh besar dengan besarnya *head*. Ketika dimasukkan pada rumus Bernoulli nilai dari tekanan *discharge* di kurangi tekanan *inlet* di bagi berat jenis air maka akan di dapatkan nilai *head*.



Gambar 7. Grafik Variasi Rpm Terhadap Head, Kapasitas dan Efisiensi Pompa dengan Jumlah Impeller 4 Sudu

Berdasarkan gambar 7 maka dapat dilihat bahwa efisiensi tertinggi untuk impeller sudu 4 berada pada putaran 2700 Rpm dengan nilai efisiensi sebesar 28,18% dan terendah dengan nilai 16,95% berada pada putaran terendah yaitu 1300 Rpm. Dari grafik tersebut hubungan antara efisiensi dan putaran adalah berbanding lurus. Harga efisiensi tertinggi yaitu 28,18% pada kapasitas 33,40 liter/menit. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar rpm maka fluida yang dipompakan juga semakin meningkat kecepatan aliran. Ketika kecepatan aliran besar maka *friction factor* nya menjadi lebih kecil.

Untuk nilai *head* dengan putaran motor adalah semakin tinggi putaran motor maka semakin besar nilai *head*nya. Ini terjadi karena tekanan di sisi *inlet* dan disisi *discharge* juga semakin besar. Jika semakin besar tekanan maka nilai *head* juga semakin meningkat. Karena tekanan tersebut sangat berpengaruh besar dengan besarnya *head*. Ketika dimasukkan pada rumus Bernoulli nilai dari tekanan *discharge* di kurangi tekanan *inlet* di bagi berat jenis air maka akan di dapatkan nilai *head*.



Gambar 8. Grafik Variasi Rpm terhadap Head, Kapasitas dan Efisiensi Pompa dengan jumlah impeller 5 sudu

Berdasarkan gambar 8 maka dapat dilihat bahwa efisiensi tertinggi untuk impeller sudu 5 berada pada putaran 2700 Rpm dengan nilai efisiensi sebesar 33,24% dan terendah dengan nilai 20,11% berada pada putaran terendah yaitu 1300 Rpm. Dari grafik tersebut hubungan antara efisiensi dan putaran adalah berbanding lurus. Harga efisiensi tertinggi yaitu 33,24% pada kapasitas 29,72 liter/menit. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar rpm maka fluida yang dipompakan juga semakin besar sehingga besarnya kecepatan aliran semakin meningkat. Ketika kecepatan aliran besar maka *friction factor* nya menjadi lebih kecil.

Untuk nilai *head* dengan putaran motor adalah semakin tinggi putaran motor maka semakin besar nilai *head*nya. Ini terjadi karena tekanan di sisi *inlet* dan disisi *discharge* juga semakin besar. Jika semakin besar tekanan maka nilai *head* juga semakin meningkat. Karena tekanan tersebut sangat berpengaruh besar dengan besarnya *head*. Ketika dimasukkan pada rumus Bernoulli nilai dari tekanan *discharge* di kurangi tekanan *inlet* di bagi berat jenis air maka akan di dapatkan nilai *head*.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, pengujian, analisa, dan pembahasan yang telah dilakukan tentang pengaruh jumlah sudu sentrifugal impeller terhadap kapasitas dan efisiensi pompa sentrifugal, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Semakin banyak jumlah sudu maka kapasitas dan efisiensi pompa semakin meningkat. Hal ini terjadi karena dengan semakin banyaknya jumlah sudu maka semakin banyak pula fluida yang diangkat. Pada jumlah sudu 5 kapasitas pompa adalah 35,92 liter/menit dan efisiensi sebesar 33,24%. Pada impeller sudu 4 kapasitas pompa adalah 33,40

liter/menit dan efisiensi 31,18%. Pada impeller sudu tiga kapasitas pompa 31,77 liter/menit, dan efisiensi 29,24%. Pertambahan nilai *head* berbanding terbalik dengan kapasitas pompa. nilai *head* tertinggi didapat dari kondisi *shut off head* sebesar 16,93 m pada impeller dengan 5 sudu dan nilai *head* terendah pada impeller sudu 3 sebesar 8,80 m.

- Semakin tinggi putaran, maka semakin tinggi efisiensi dan kapasitas dari pompa. Hal ini terjadi karena semakin meningkat putaran maka kecepatan aliran juga semakin meningkat. Dengan naiknya kecepatan aliran maka *friction factor* menjadi berkurang sehingga menurunkan *loss* yang ada. Pada putaran tertinggi sebesar 2700 Rpm nilai *head* sebesar 5,71 m dan nilai dari kapasitas pompa sebesar 35,40 liter/menit dan nilai efisiensi 33,24%. Pada putaran 2000 Rpm kapasitas 39,43 liter/menit, dan efisiensi 22,78%. Pada putaran 1300 Rpm kapasitas 18,42 liter/menit, dan efisiensi 14,10%. Semakin tinggi putaran penggerak (Rpm) maka akan semakin besar efisiensi kapasitas dan *head* dari pompa. Pertambahan nilai *head* tidak sangat besar seperti pada kondisi tertinggi yaitu saat kondisi *shut off head*. Pertambahan nilai kenaikan dari kapasitas dan efisiensi berbanding lurus dengan pertambahan putaran.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, pengujian, analisa, dan pembahasan yang telah dilakukan tentang pengaruh jumlah sudu sentrifugal impeller terhadap kapasitas dan efisiensi pompa sentrifugal, maka dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut:

- Untuk jumlah sudu masih dapat ditambah guna mencapai nilai maksimal pompa.
- Untuk mendapatkan nilai *v-notch* yang presisi diharapkan menggunakan mistar dengan skala yang lebih kecil.
- Untuk mengetahui volume air yang masuk sebaiknya *casing* dimodifikasi dibuat dari bahan yang transparan agar terlihat visualisasi aliran yang masuk.
- Untuk pompa dan motor diharapkan pada satu poros.
- Untuk motor penggerak sebaiknya diganti dengan motor listrik yang bisa di atur putarannya dengan inverter atau dimmer.
- Untuk penelitian lebih lanjut perlu dilakukan penelitian dalam menentukan variasi bentuk sudu untuk mengoptimalkan *head*, kapasitas dan efisiensi pompa.

DAFTAR PUSTAKA

- Daugherty L. Robert. And Joseph B.Frazini. 1977. *FLUID MECHANIC With Application SEVENTH EDITION*. USA : McGraw-Hill, Inc. all rights reserved.
- Kodir Abdul. 2012. *Pengaruh Kombinasi Jumlah Sudu Blade Pada 2 Pompa Dengan Susunan Seri*.

- Lempoy A Kennie . 2010. *Desain Bentuk Sudut Sudut Arah Radial Pada Pompa Sentrifugal*. Jurnal TEKNO. Volume08. No.53. AGUSTUS
- Mubarak Zaky. 2011. *Analisis Perubahan Jumlah Sudu Impeller Terhadap Kecepatan Dan Tekanan Fluida Pada Pompa Sentrifugal Menggunakan Fluent 6.23.26*.
- Nugroho Arif Setyo Thoharudin dan Stefanus Unjanto. 2014. *Optimasi Tinggi Tekan Dan Efisiensi Pompa Sentrifugal Dengan Perubahan Jumlah Sudu Impeler Dan Sudut Sudu Keluar Impeler (β_2) Menggunakan Simulasi Computational Fluid Dynamics*.
- Samsudin, Anis ST., MT. dan Karnowo ST., MT. *Dasar Pompa*. Semarang: PKUPT UNNES / Pusat Penjamin Mutu.
- SHEN JHON. 1981. *Dishcharge Characteristics of Triangular – Notch Thin – Plate Weirs*. Washington : United Statdes Govermen Printing Office
- Siregar, Indra Herlamba, S.T, M.T. 2013. *POMPA SENTRIFUGAL*. Surabaya : Unesa University Press.
- Sugiyono. 2011. *Statistika Untuk Penelitian*. Cetakan ke-19. Bandung: Alfabeta
- Sularso dan Tahara, Haruo. 2004. *Pompa Kompresor Pemilihan, Pemakaian dan Pemeliharaan*. Cetakan kedelapan. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Yurianto. 2001. *Karakteristik Pompa Sentrifugal Dengan Sudu Impeller Streamline*. Jurnal ROTASI. Volume 3. Nomor 2 April 2001