

PENGARUH JUMLAH SUDU SENTRIFUGAL IMPELLER TERHADAP KAPASITAS DAN EFISIENSI POMPA SENTRIFUGAL

Oleh:

Antonius Edy Kristiyono¹, Monika Retno Gunarti²

¹ Program Studi Elektro Pelayaran, Politeknik Pelayaran Surabaya

² Program Studi Teknika, Politeknik Pelayaran Surabaya

Email korespondensi: antonius.edy@poltekpel-sby.ac.id

ABSTRAK

Pompa sentrifugal adalah salah satu pompa yang umum digunakan dalam memenuhi kebutuhan air dalam kehidupan sehari-hari. Pompa dalam industri maupun aplikasi di perkapalan biasanya digunakan untuk transportasi fluida, dimana kerja dari pompa tersebut tergantung dari sifat dan jenis fluida. Pemilihan jenis pompa yang digunakan didasarkan pada nilai ekonomis jarak fluida yang akan dipindahkan. Pompa sentrifugal adalah jenis pompa yang sangat banyak dipakai oleh industri, terutama industri pengolahan dan pendistribusian air, termasuk di dalamnya pada sektor transportasi laut yaitu dipakai di kapal. Pompa – pompa sentrifugal pada dasarnya adalah mesin – mesin berkecepatan. Kinerja pompa sentrifugal pada dasarnya dipengaruhi oleh desain *impeller* dan rumah pompa. Banyak faktor yang berpengaruh terhadap desain *impeller* seperti sudut masuk dan sudut keluar *impeller* serta jumlah sudu dari *impeller*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi jumlah sudu pada sentrifugal *impeller* terhadap kapasitas pompa sentrifugal dan efisiensi pompa sentrifugal dan mengetahui pengaruh variasi kecepatan putar terhadap kapasitas pompa sentrifugal dan efisiensi pompa sentrifugal. Metode dalam penelitian ini adalah menggunakan metode eksperimen untuk memperoleh pengaruh variasi jumlah sudu pada sentrifugal *impeller* terhadap kapasitas pompa sentrifugal dan efisiensi pompa sentrifugal, serta data tentang pengaruh variasi kecepatan putar terhadap kapasitas pompa sentrifugal dan efisiensi pompa sentrifugal. 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, kapasitas dan efisiensi pompa. Dari penelitian yang peneliti lakukan didapatkan nilai head tertinggi dari desain *impeller* berupa torque flow *impeller* adalah 16,882 meter dengan jumlah sudu 4. Dan kapasitas tertinggi didapatkan pada *impeller* dengan jumlah sudu 4 dengan nilai kapasitas yaitu 35.047 liter permenit. Sedangkan efisiensi tertinggi didapatkan pada desain jumlah sudu 4 dengan nilai 40,126 % pada putaran 2000 rpm.

Kata kunci: Pompa Sentrifugal, Jumlah Sudu, Kapasitas dan Efisiensi

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

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 dalam industri maupun aplikasi di perkapalan biasanya digunakan untuk transportasi fluida, dimana kerja dari pompa tersebut tergantung dari sifat dan jenis fluida. Pemilihan jenis pompa yang digunakan didasarkan pada nilai ekonomis jarak fluida yang akan dipindahkan. Pompa sentrifugal adalah jenis pompa yang sangat banyak dipakai oleh industri, terutama industri pengolahan dan pendistribusian air, termasuk di dalamnya pada sektor transportasi laut yaitu dipakai di kapal. Beberapa keunggulan pompa sentrifugal adalah harga yang lebih murah, konstruksi pompa sederhana, mudah pemasangan maupun perawatan, kapasitas dan tinggi tekan (head) yang tinggi, kehandalan dan ketahanan yang tinggi. Pada pompa sentrifugal energy mekanik pada pompa sentrifugal zat cair ditinggalkan dengan aksi sentrifugal. Cairan terlempar tetap stabil akibat gaya sentrifugal. Zat cair yang masuk melalui sambungan isap yang konsentrik dengan sumbu suatu elemen putar berkecepatan tinggi yang disebut impeller (*impeller*), sehingga memiliki gaya kinetis yang tinggi. Pompa sentrifugal pada dasarnya terdiri dari satu impeller atau lebih yang dilengkapi dengan sudu – sudu, yang dipasangkan pada poros yang berputar dan diselubungi oleh sebuah rumah (casing). Fluida memasuki impeller secara aksial di dekat poros dan mempunyai energy potensial, yang diberikan padanya oleh sudu – sudu. Begitu fluida meninggalkan impeller pada kecepatan yang relative tinggi, fluida itu dikumpulkan didalam ‘volute’ atau suatu *diffuser* yang mentransformasikan energy kinetis menjadi tekanan. Ini tentu saja diikuti oleh pengurangan kecepatan. Sesudah kon-

versi diselesaikan, fluida kemudian dikeluarkan dari mesin tersebut. Aksi itu sama untuk pompa – pompa dengan pengecualian bahwa volume gas adalah berkurang begitu gas-gas tersebut melewati blower, sementara volume fluida secara praktis adalah tetap begitu fluida tersebut melewati pompa. Pompa – pompa sentrifugal pada dasarnya adalah mesin – mesin berkecepatan Kinerja pompa sentrifugal pada dasarnya dipengaruhi oleh desain *impeller* dan rumah pompa. Banyak faktor yang berpengaruh terhadap desain impeller seperti sudut masuk dan sudut keluar impeller serta jumlah sudu dari impeller.

KAJIAN PUSTAKA

1. Definisi Fluida

Fluida adalah suatu substansi atau zat yang mengalami deformasi berkesinambungan jika dipengaruhi oleh gaya geser sekecil apapun. Sifat dari fluida adalah tidak dapat menahan perubahan bentuk secara permanen, bila suatu bentuk massa fluida akan diubah, maka di dalam fluida tersebut akan terbentuk suatu lapisan-lapisan, dimana lapisan tersebut membentuk lapisan yang baru. Fluida lebih mudah mengalir dikarenakan oleh ikatan molekul dalam fluida jauh lebih kecil dari ikatan molekul dalam zat padat, yang mengakibatkan fluida mempunyai hambatan yang relatif kecil pada perubahan bentuk karena gesekan.

Pada zat cair dan gas, zat cair tidak dapat mempertahankan bentuk yang tetap, zat cair mengikuti bentuk wadahnya dan volumenya dapat diubah. Zat gas tidak mempunyai bentuk, maupun volume yang tetap, gas akan berkembang mengisi seluruh wadah. Karena suatu fase cair dan gas tidak dapat mempertahankan suatu bentuk yang tetap, keduanya mempunyai kemampuan untuk mengalir. Oleh karena itu zat cair dan gas sering secara kolektif disebut sebagai fluida. Fluida ada dua jenis yaitu fluida mampu mampat dan fluida yang tak mampu tekanan, maka volume dan

suhnya akan mengalami perubahan. Salah satu contoh fluida mampu mampat adalah gas, sementara itu fluida tak mampu mampat yakni densitas fluida hanya sedikit terpengaruh oleh perubahan yang besar terhadap tekanan dan suhu, contohnya adalah air (Sularso, 1994).

2. Sifat Dasar Fluida

Untuk lebih memahami aliran fluida, maka harus mengetahui beberapa sifat-sifat dasar pada fluida. Adapun sifat-sifat dasar dari fluida yang perlu diketahui diantaranya yaitu kerapatan, tekanan dan kekentalan.

a. Kerapatan

Kerapatan (density) dapat diartikan sebagai ukuran konsentrasi suatu zat yang dinyatakan dalam massa per satuan volume. Pada volume fluida yang tetap, massa jenis suatu fluida tetap tidak berubah. Sedangkan pada fluida cair, pengaruh keduanya kecil. Properti fluida yang lain yang berhubungan langsung dengan massa jenis adalah volume jenis, berat jenis dan *specific gravity*. Volume jenis merupakan kebalikan dari massa jenis yakni volume fluida dibagi dengan massanya. Sedangkan berat jenis adalah massa jenis fluida yang dikalikan dengan percepatan gravitasi atau berat fluida per satuan volume (Sularso, 199

b. Tekanan

Jika permukaan suatu zat menerima gaya-gaya luar maka pada bagian permukaan zat yang menerima gaya tegak lurus akan mengalami tekanan. Bila gaya yang tegak lurus terhadap permukaan dibagi dengan luasan permukaan disebut dengan tekanan, dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$P = \frac{F}{A}$$

Dimana :

P = tekanan (N/m², N/cm²)

A = luas penampang (m², cm²)

F = gaya (N)

Perlu diketahui dalam termodinamika, tekanan secara umum dinyatakan dalam harga

absolutnya. Tekanan absolut tergantung pada tekanan pengukuran sistem. Bila tekanan pengukuran sistem diatas tekanan atmosfer, maka dapat dirumuskan :

$$p_{abs} = p_{gauge} + p_{atm}$$

Dimana :

P_{abs} = Tekanan absolut

p_{gauge} = Tekanan pengukuran

p_{atm} = Tekanan atmosfer

Sedangkan, bila tekanan pengukuran dibawah tekanan atmosfer, maka dapat dirumuskan :

$$p_{abs} = p_{atm} - p_{gauge} \quad (6)$$

Dimana :

p_{abs} = Tekanan absolut

p_{atm} = Tekanan atmosfer

p_{gauge} = Tekanan pengukuran

c. Kekentalan

Kekentalan atau viskositas merupakan sifat fluida yang menunjukkan kemampuan fluida untuk mengalir. Fluida dengan viskositas yang besar lebih sulit untuk mengalir dibandingkan dengan fluida dengan viskositas yang kecil. Viskositas suatu fluida bergantung pada temperatur. Fluida memiliki viskositas yang besar pada temperatur yang tinggi, hal ini berkebalikan dengan fluida cair, dimana dengan kenaikan temperatur, viskositas zat cair itu semakin kecil. Viskositas dibagi menjadi dua yaitu :

1. Viskositas dinamik

Viskositas dinamik adalah sifat fluida yang menghubungkan tegangan geser dengan gerakan fluida, dirumuskan dengan :

$$\mu = \frac{\tau}{du/dy}$$

Dimana :

μ = viskositas dinamik (kg/m.s)

τ = tegangan geser (N/m²)

du/dy = gradien kecepatan ((m/s)/m)

2. Viskositas kinematik

Viskositas kinematik adalah perbandin-

gan antara viskositas dinamik dengan kerapatan fluida, dapat dirumuskan dengan :

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

Dimana :

ν = viskositas kinematik (m²/s)

μ = viskositas dinamik (kg/m.s)

3. Aliran Fluida

a. Klasifikasi aliran

Secara garis besar jenis aliran dapat dikelompokkan menjadi sebagai berikut (Olson, 1990):

a. Aliran Tunak

aliran tunak yaitu suatu aliran dimana kecepatannya tidak dipengaruhi oleh perubahan waktu, sehingga untuk kecepatan konstan pada setiap titik (tidak memiliki percepatan).

b. Aliran Tidak Tunak

Aliran tidak tunak yakni suatu aliran dimana terjadi perubahan kecepatan terhadap waktu.

4. Head

Head adalah suatu bentuk energi yang dinyatakan dalam satuan panjang (m) dalam SI. Head terdiri dari head ketinggian (Z), head kecepatan ², dan head tekanan. Head ketinggian menyatakan energi potensial yang dibutuhkan untuk mengangkat air setinggi (m) kolom air, head kecepatan menyatakan energi kinetik yang dibutuhkan untuk mengalirkan air setinggi (m) kolom air, sedangkan head tekanan adalah suatu energi aliran dari (m) kolom air yang memiliki berat sama dengan tekanan dari kolom (m) air tersebut.

a. Head Total Pompa

Head total pompa yang harus disediakan untuk mengalirkan jumlah air seperti yang direncanakan, dapat ditentukan dari kondisi instalasi yang akan dilayani oleh pompa tersebut. Head total pompa dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$H = h_a + \Delta h_p + h_1 + \frac{v^2}{2g}$$

Dimana :

H = Head total pompa (m)

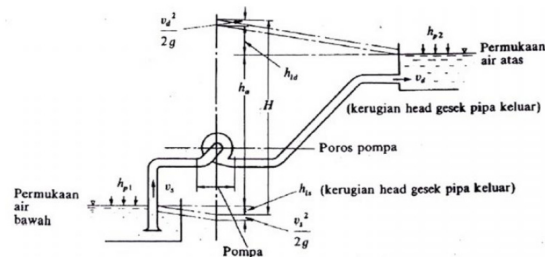
h_a = Head statis total (m)

Δh_p = beda head tekanan yang bekerja pada kedua permukaan air (m)

h₁ = Berbagai kerugian head di pipa, katup, belokan, sambungan (m)

$$\frac{v^2}{2g}$$

adalah Head kecepatan keluar (m)



Gambar 1. Instalasi pompa dan head total

Dalam hal pompa menerima energi dari aliran yang masuk ke sisi isapnya, seperti pada pompa penguat atau pompa *booster*, maka head total pompa dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$H = h_a + \Delta h_p + h_1 + \frac{1}{2g} (v_d^2 - v_s^2)$$

Dimana :

H = Head total pompa (m)

h_a = Perbedaan tinggi antara titik sembarang A di pipa keluar dan sembarang titik B di pipa isap (m)

Δh_p = Perbedaan tekanan statis antara titik A dan titik B (m)

h₁ = Berbagai kerugian head di pipa, katup, belokan, sambungan (m)

v_d = Kecepatan aliran rata-rata di titik A (m/s)

v_s = Kecepatan aliran rata-rata di titik B (m/s)

Apabila permukaan air yang berubah-ubah dengan perbedaan yang besar, maka head statis total harus ditentukan dengan mempertimbangkan karakteristik pompa, besarnya adalah selisih perubahan permukaan air, dan dasar yang dipakai untuk menentukan jumlah air yang harus dipompa. Hubungan antara tekanan dan head tekanan dapat dirumuskan :

$$h_p = \frac{\Delta p}{\gamma_{air}}$$

Dimana :

H_p = Head Tekanan (m)

Δp = Tekanan (Pa)

γ = Berat per satuan volume zat cair yang dipompa (N/m³)

b. Head Kerugian (*Head Loss*)

Head kerugian adalah head untuk mengatasi kerugian-kerugian yang terdiri dari kerugian gesek aliran dalam pipa, dan head kerugian di dalam belokan, percabangan dan perkatupan.

Kerugian Mayor

Kerugian dalam pipa atau bisa disebut *major losses* adalah kerugian yang disebabkan oleh gesekan aliran di sepanjang pipa. Untuk menghitung kerugian gesek dapat dirumuskan sebagai berikut (Fox dan Mc Donald, 1995) :

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

Dimana :

H_f = Kerugian gesek dalam pipa (m)

f = Koefisien kerugian gesek

L = Panjang pipa (m)

D = Diameter dalam pipa (m)

V = Kecepatan aliran fluida (m/s)

g = percepatan gravitasi (m/s²)

b. Kerugian Head Dalam Jalur Pipa

Pada saat aliran fluida mengalami gangguan aliran yang menyebabkan kurangnya

energi aliran, hal ini dapat disebut sebagai head kerugian dalam jalur pipa. Secara umum dapat dirumuskan sebagai berikut :

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

Dimana : h_f = Kerugian gesek dalam pipa (m)

f = Koefisien kerugian

v = Kecepatan aliran fluida (m/s)

g = percepatan gravitasi (m/s²)

Kerugian head ini sering terjadi pada :

1. Pada belokan (*elbow*)

Pada belokan lengkung koefisien kerugian dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

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

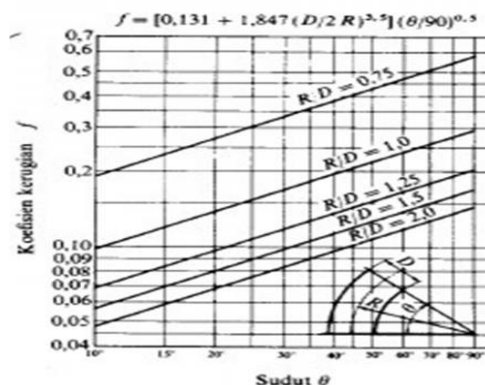
Dimana :

D = Diameter dalam pipa (m)

R = Jari-jari lengkung sumbu belokan (m)

θ = Sudut belokan (°)

f = Koefisien kerugian



Gambar 2. Koefisien kerugian pada belokan

5. Teori Dasar Pompa

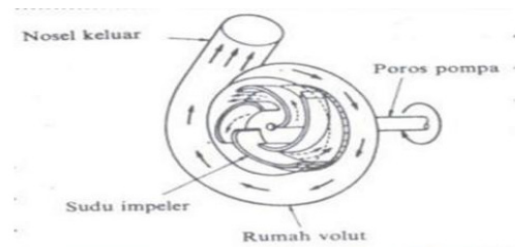
a. Definisi Pompa

Pompa adalah salah satu jenis mesin fluida yang termasuk golongan mesin kerja. Pompa digunakan untuk mengalirkan atau memindahkan fluida dari satu tempat ke tempat yang lainnya. Prinsip kerja pompa adalah menghisap dan melakukan penekanan terhadap fluida. Dalam fungsinya, pompa mengubah mengubah energi gerak poros untuk kemudian menggerakkan sudu-sudu menjadi

energi gerak dan tekanan pada fluida. Pada umumnya pompa dipergunakan untuk menaikkan fluida dari sebuah reservoir, pengairan, pengisi ketel dan sebagainya. Dalam pelaksanaan operasionalnya pompa dapat bekerja secara tunggal, seri maupun paralel yang kesemuanya tergantung pada kebutuhan (Edwards, 1996).

b. Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal digunakan untuk memberikan atau menambah kecepatan pada cairan dan kemudian merubahnya menjadi energi tekan. Cairan dipaksa masuk ke sebuah impeller. Daya dari luar diberikan kepada poros pompa untuk memutar impeller yang ada berada dalam cairan tadi. Apabila impeller berputar maka zat cair yang ada dalam impeller akan ikut berputar akibat dorongan sudu – sudu pada impeller. Karena timbul gaya sentrifugal maka zat cair mengalir dari tengah impeller menuju keluar melalui saluran diantara sudu – sudu dengan kecepatan tinggi. Zat cair yang meninggalkan impeller tersebut dikumpulkan di dalam rumah pompa (*casing*) yang berbentuk spiral atau biasanya disebut volut yang tugasnya mengumpulkan cairan dari impeller dan mengarahkan ke *discharge nozzle*. *Dischargenozzel* berbentuk seperti kerucut sehingga kecepatan aliran yang tinggi dari impeller bertahap turun, kerucut ini disebut *diffuser*. Pada waktu penurunan kecepatan di dalam *diffuser* energi kecepatan pada aliran cairan diubah menjadi energi tekan. Jadi impeller pompa berfungsi memberikan kerja pada zat cair sehingga energi yang dikandungnya akan menjadi lebih besar (Sularso, 1994).



Gambar 3. Bagian aliran fluida dalam pompa

sentrifugal

6. Dasar Perhitungan Pompa

Dasar perhitungan yang digunakan untuk menganalisis data yang didapat, adalah dengan menggunakan persamaan dibawah ini.

1. Daya

Daya adalah kerja yang dilakukan per satuan waktu. Satuan daya adalah HP atau watt.

a. Daya Hidrolik

Dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$P_{pompa} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \text{ (watt)} \quad (18)$$

Dimana :

ρ = Kerapatan fluida (kg/m³)

g = Percepatan gravitasi (m/s²)

Q = Laju aliran (m³/s)

H = Head pompa (m)

b. Daya Listrik

Dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$P_{listrik} = V \cdot I$$

Dimana :

V = Tegangan listrik (V)

I = Arus listrik (A)

2. Tekanan

Tekanan yang diperoleh dari alat ukur manometer air raksa, dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$p_1 + \gamma_{air} \cdot h_1 - \gamma_{raksa} \cdot h_2 - \gamma_{air} \cdot h_3 = p_2$$

$$p_1 - p_2 = \gamma_{air} \cdot (h_3 - h_1) + \gamma_{raksa} \cdot h_2$$

Dimana :

h_1, h_2, h_3 = Ketinggian manometer air raksa (m)

γ_{raksa} = Berat jenis air raksa (N/m³)

γ_{air} = Berat jenis air (N/m³)

3. Efisiensi pompa

$$\eta = \frac{P_{pompa}}{P_{listrik}} \times 100 \%$$

Dimana :

P_{pompa} = Daya Hidraulik (Watt)

$P_{listrik}$ = Daya listrik (Watt)

METODOLOGI PENELITIAN

Metode dalam penelitian ini adalah menggunakan metode eksperimen untuk memperoleh satu pengaruh variasi jumlah sudut pada sentrifugal impeller terhadap kapasitas pompa sentrifugal dan efisiensi pompa sentrifugal, serta data tentang pengaruh variasi kecepatan putar terhadap kapasitas pompa sentrifugal dan efisiensi pompa sentrifugal.

Penelitian ini dilaksanakan oleh tim dosen teknik Politeknik Pelayaran Surabaya, pengujian di lakukan di laboratorium Mekanika Fluida Universitas Negeri Surabaya.

Tabel 1. Pengambilan data

NO SAMPEL	JUMLAH SUDU	KECEPATAN PUTARAN (rpm)	FLUIDA
1	3	1300	air
2	4	1300	air
3	3	2000	air
4	4	2000	air

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

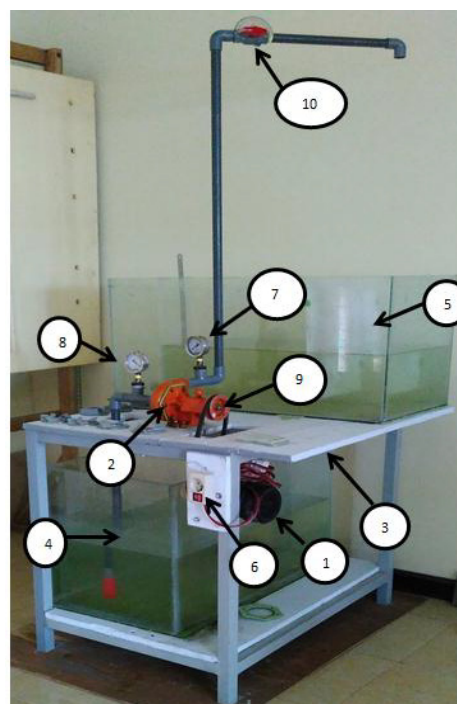
- rumah pompa (*volute*)
- *Elbow 90o*
- Dudukan / meja
- Pipa yang digunakan adalah berbahan PVC dengan keterangan sebagai berikut:
 - Diameter pipa *discharge* : 3/4"
 - Diameter pipa *suction* : 3/4"
 - Panjang pipa *discharge* : 0.75 m
 - Panjang pipa *suction* : 1 m
- Bak penampungan sebagai sumber air
- *Pressure guage*, 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 ker-

janya 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.

1. Skema perancangan pengujian

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



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

Tahap pertama adalah menyiapkan alat dan bahan, dalam penelitian ini alat dan bahan yang harus disiapkan adalah semua alat dan komponen – komponen yang telah diuraikan 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, dengan variasi kecepatan 1300 rpm dan 2000 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 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, 2007:14)

PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN

Dari hasil pengujian dengan menggunakan sudu 3 dan sudu 4 pada putaran 1300 rpm dan 2000 rpm dapat diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil Perhitungan *Torque Flow Impeller* Pompa Sentrifugal Sudu 3 pada putaran 1300 rpm

Bukaan Valve	Kapasitas Pompa (liter/ menit)	Head (m)	Efisiensi (%)
0°	27,105	4,653	18,514
30°	19,924	6,442	20,115
60°	3,271	10,186	5,693
90°	0,000	11,277	0,000

Tabel 3. Hasil Perhitungan *Torque Flow Impeller* Pompa Sentrifugal Sudu 3 pada putaran 2000 rpm

Bukaan Valve	Kapasitas Pompa (liter/ menit)	Head (m)	Efisiensi (%)
0°	33,783	5,878	33,395
30°	27,885	8,021	39,388
60°	3,489	15,727	10,205
90°	0,000	16,826	0,000

Dari tabel 2 dan tabel 3 diatas dapat dilihat, semakin tinggi putaran motor mempengaruhi head, kapasitas dan efisiensi pompa. Hubungan antara putaran motor terhadap head, kapasitas dan efisiensi pompa adalah semakin tinggi putaran maka semakin tinggi pula head, kapasitas dan efisiensi pompa.

Tabel 4. Hasil Perhitungan *Torque Flow Impeller* Pompa Sentrifugal Sudu 4 pada putaran 1300 rpm

Bukaan Valve	Kapasitas Pompa (liter/ menit)	Head (m)	Efisiensi (%)
0°	27,859	5,124	25,521
30°	21,099	6,942	26,228
60°	3,897	10,594	7,377
90°	0,000	11,686	0,000

Tabel 5. Hasil Perhitungan *Torque Flow Impeller* Pompa Sentrifugal Sudu 4 pada putaran 2000 rpm

Bukaan Valve	Kapasitas Pompa (liter/ menit)	Head (m)	Efisiensi (%)
0°	35,047	5,899	34,824
30°	29,038	8,095	40,126
60°	4,365	15,781	12,479
90°	0,000	16,882	0,000

Dari table 4 dan tael 5 diatas dapat dilihat semakin tinggi putaran motor mempengaruhi head, kapasitas dan efisiensi pompa. Hubungan antara putaran motor terhadap head , kapasitas dan efisiensi pompa adalah semakin tinggi putaran maka semakin tinggi pula head, kapasitas dan efisiensi pompa

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, pengujian, analisa, dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. 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, kapasitas dan efisiensi pompa.
2. Dari penelitian yang peneliti lakukan didapatkan nilai head tertinggi dari desain impeller berupa torque flow impeller adalah 16,882 meter dengan jumlah sudu 4. Dan kapasitas tertinggi didapatkan pada impeller dengan jumlah sudu 4 dengan nilai kapasitas yaitu 35.047 liter permenit. Sedangkan efisiensi tertinggi didapatkan pada desain jumlah sudu 4 dengan nilai 40,126 % pada putaran 2000 rpm.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, pengujian, analisa, dan pembahasan yang telah dilaku-

kan tentang pengaruh jumlah sudu torque flow impeller terhadap kinerja impeller, maka dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan bisa memodifikasi lebar sudu impeller, panjang sirip impeller dan diameter impeller untuk meningkatkan head, kapsitas dan efisiensi pompa.
2. Jumlah sudu maksimal hingga mencapai titik maksimal perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui jumlah sudu paling efisien untuk jenis impeller torque

DAFTAR PUSTAKA

- Manohar Gaurav,M. AND Vadaliya,A.2014. *Parametric Study of Sentrifugal Pump Impeller-A Review*.International Journal of Advance Research and Technology. Vol 02,pp.1-4.
- Shen, John. 1981. *Discharge characteristics of triangular-notch thin-plate weirs*. Washington D.C : United states department of the interior.
- Singh, R.R. & Nataraj, 2012. *Parametric Study and Optimization of Centrifugal Pump Impeller by The Design Parameter Using Computational Fluid Dynamics: Part I*. Journal of Mechanical and Production Engineering, pp.87-97.
- Siregar, Indra Herlamba. 2013. *Pompa Sentrifugal*.Surabaya:Unesa University Press.
- Soenoko R., 2002. *Sistem Perancangan Mesin Konversi Energi dan Mesin-Mesin Turbo*, Program Studi Teknik Mesin Program Pascasarjana UNIBRAW, Malang.
- Sugiyono, Dr. 2010. *Metode penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*, Alfabeta
- Sularso, Ir and Tahara Haruo, 1987, “*Pompa dan Kompresor*”, Jakarta: Pradnya Paramitha.