

Performance Testing of Centrifugal Pump Type with 3 Hp Power

Pengujian Performansi Jenis Pompa Sentrifugal Dengan Daya 3 Hp

*Wasiran¹, W. Djoko Yudisworo², Endang Prihastuty³

¹)Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Cirebon, Jawa Barat, INDONESIA

INFORMASI ARTIKEL

NASKAH DITERIMA : 16 Maret 2021

DIREVISI : 14 April 2021

DISETUJUI : 15 Juni 2021

*KORESPONDENSI PENULIS :

wasiran15@yahoo.com

Abstract

Pumps are fluid machines whose uses are very broad and important, ranging from industry to household needs. Selection of pump performance characteristics is very important and must be adjusted to the needs which include: discharge, head, power, and rotation. The performance characteristics of the pump are obtained through testing. In connection with the importance of information about pump performance characteristics, through this research activity efforts will be made to test centrifugal pumps using 3 hp of power. In this research, the data obtained from the direct test results will be entered, where the test is carried out at the Machine Performance Test Laboratory. In this test, the pump pressure data obtained from the gauge gradually with several valve openings, then the data is entered into the data table that has been prepared. The test was carried out to test the ability of the centrifugal pump test equipment using 3 HP power which was prepared as one of the laboratory pump test equipment for engine performance testing. In testing the centrifugal pump there are 3 variables that will be used to carry out the test, namely the first by using a tachometer which is useful for measuring shaft rotation, the second by using a Bordoun manometer which is useful for measuring fluid pressure, the third by using an orifice which functions to measure speed fluid.

Keywords: Performance Testing, Centrifugal Pump Type, 3 HP

Abstrak

Pompa merupakan mesin fluida yang penggunaannya sangat luas dan penting, mulai dari industri sampai kebutuhan rumah tangga. Pemilihan karakteristik performansi pompa sangat penting dan harus disesuaikan dengan kebutuhan yang meliputi : debit, head, daya, dan putaran. Karakteristik performansi pompa diperoleh melalui pengujian. Berkaitan dengan pentingnya informasi tentang karakteristik performansi pompa, maka melalui kegiatan penelitian ini akan dilakukan upaya untuk melakukan pengujian pompa sentrifugal dengan menggunakan daya 3 Hp. Di dalam penelitian ini yaitu akan memasukkan data-data yang diperoleh dari hasil pengujian secara langsung, dimana pengujian tersebut dilakukan di Laboratorium Uji Prestasi Mesin. Pada pengujian tersebut diperoleh data tekanan pompa yang diperoleh dari alat ukur secara bertahap dengan beberapa bukaan katup, kemudian data tersebut dimasukkan kedalam tabel data yang telah dipersiapkan. Pengujian tersebut dilakukan untuk menguji kemampuan dari alat uji pompa sentrifugal dengan menggunakan daya 3 HP yang dipersiapkan sebagai salah satu alat uji pompa laboratorium Uji prestasi mesin. Pada pengujian pompa sentrifugal tersebut ada 3 variabel yang akan digunakan untuk melakukan pengujian yaitu yang pertama dengan menggunakan tachometer yang berguna untuk mengukur Putaran poros, yang kedua dengan menggunakan manometer Bordoun yang berguna untuk mengukur tekanan fluida, yang ketiga dengan menggunakan Orifice yang berfungsi untuk mengukur laju fluida.

Kata kunci: Pengujian Performansi, Jenis Pompa Sentrifugal, 3 HP

I. PENDAHULUAN

Pompa merupakan mesin untuk menggerakkan fluida yang penggunaannya sangat luas dan penting. mulai dari industri atau perusahaan-perusahaan dan perkantoran sampai kebutuhan rumah tangga. Pada industri minyak bumi, sebagian besar pompa yang digunakan dalam fasilitas *gathering station*, suatu unit pengumpul fluida dari sumur produksi sebelum diolah dan dipasarkan, ialah pompa bertipe sentrifugal. Sedangkan di industri lain, seperti layanan jasa distribusi air minum masyarakat. Pompa juga digunakan untuk mendistribusikan air mulai dari sumber air ke suatu pelanggan. Di industri pertambangan pompa digunakan untuk mengalirkan batuan yang mengandung bijih logam menuju tahap proses

pemurnian atau pengolahan. Pada perusahaan-perusahaan perkantoran besar yang memiliki gedung - gedung yang tinggi penggunaan pompa digunakan untuk mengalirkan air dalam sistem HVAC (Heat Ventilation Air Conditioning). Pada Proses sistem HVAC ini peran pompa berfungsi untuk mengalirkan air dari Cooling Tower ataupun dari AC Central. Peran Pompa mungkin diketahui hanya sebatas sebagai penggerak fuida saja namun dalam beberapa hal peran pompa bisa sangat vital, pada sistem HVAC dimana AC Central yang menggunakan sistem pendinginan yang menggunakan metode pendingin fluida air, hal ini bisa sangat penting karena jika kinerja pompa tidak berfungsi kurang baik akan berdampak pada aliran fuida air yang tidak sesuai dengan yang telah

dipersyaratkan oleh system AC Central tersebut sehingga bisa menyebabkan Unit AC Central tidak dapat berfungsi dengan baik dan bahkan bisa menyebabkan kerusakan yang sangat parah.

Pemilihan karakteristik performansi pompa sangat penting dan harus disesuaikan dengan kebutuhan yang meliputi : debit, head, daya, dan putaran. Karakteristik performansi pompa diperoleh melalui pengujian. Oleh karena itu pengujian performansi pompa sangat penting.

Berkaitan dengan pentingnya informasi tentang karakteristik performansi pompa, maka melalui kegiatan penelitian ini akan dilakukan upaya pengujian pompa sentrifugal dengan menggunakan daya 3 Hp. Sehingga diharapkan melalui pengujian ini dapat diperoleh informasi yang riil mengenai karakteristik dan performansi dari alat uji pompa sentrifugal tersebut.

Landasan Teori

2.1 Dasar Teori Pompa

2.1.1 Pengertian Fluida dan Head

Fluida adalah suatu zat atau substansi yang akan mengalami deformasi secara berkesinambungan jika terkena gaya geser (tangensial) sekecil apapun. Fluida dapat dibagi menjadi :

1. Inviscos ($\mu=0$)
 - Compressible
 - Incompressible
2. Vicos ($\mu \neq 0$)
 - Laminer : compressible dan incompressible
 - Turbulen : compressible dan incompressible

Contoh fluida compressible adalah udara, tetapi jika udara mencapai kecepatan 0,3 Mach maka menjadi fluida incompressible, sedangkan contoh fluida incompressible adalah air. Energi fluida untuk melakukan kerja yang dinyatakan dalam feet/kaki tinggi tekanan (head) fluida yang mengalir. Jadi, head atau tinggi tekanan merupakan ketinggian kolom fluida yang harus dicapai fluida untuk memperoleh jumlah energi yang sama dengan yang dikandung oleh satu satuan bobot fluida yang sama. Head ada dalam tiga bentuk yang dapat saling berubah:

1. Head potensial/head aktual

Didasarkan pada ketinggian fluida di atas bidang datar. Jadi, suatu kolam air setinggi kaki/feet mengandung jumlah energi yang disebabkan oleh posisinya dan dikatakan fluida tersebut mempunyai head sebesar 2 feet kolam air.

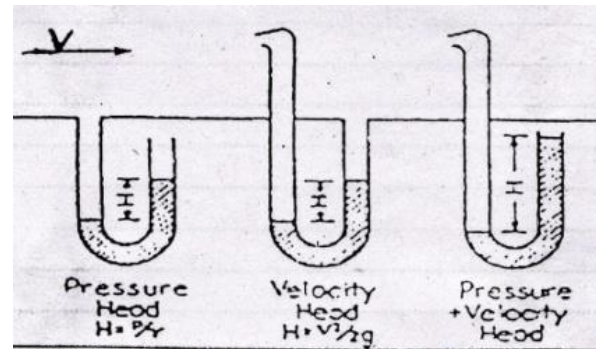
2. Head kinetik/head kecepatan

Adalah suatu ukuran energi kinetik yang dikandung satu satuan bobot fluida yang disebabkan oleh kecepatan dan dinyatakan oleh persamaan yang biasa dipakai untuk energi kinetik ($v^2/2g$), energi ini dapat dihitung dengan tabung pitot yang diletakkan dalam aliran seperti gambar 2.1 di bawah. Kaki kedua dari manometer dihubungkan dengan pipa aliran secara tegak lurus dari manometer dihubungkan dengan pipa aliran untuk menyamakan tekanan yang ada pada pipa aliran titik ini.

3. Head tekanan

Adalah energi yang dikandung oleh fluida akibat tekanannya dan persamaannya adalah jika sebuah manometer terbuka

dihubungkan dengan sudut tegak lurus aliran, maka fluida di dalam tabung akan naik sampai ketinggian yang sama.



Gambar 2.1 Metode mengukur head

2.1.2 Pengertian Pompa

Pompa adalah mesin fluida yang berfungsi untuk memindahkan fluida cair dari suatu tempat ke tempat lain dengan cara memberikan energi mekanik pada pompa yang kemudian diubah menjadi energi gerak fluida. Beberapa hal penting pada karakteristik pompa adalah:

- a. Head (H)

Head adalah energi angkat atau dapat digunakan sebagai perbandingan antara suatu energi pompa per satuan berat fluida. Pengukuran dilakukan dengan mengukur beda tekanan antara pipa isap dengan pipa tekan, satuannya adalah meter.
- b. Kapasitas (Q), satuannya adalah m^3/s .

Kapasitas adalah jumlah fluida yang dialirkan persatuan waktu.
- c. Putaran (n), satuan rpm

Putaran adalah dinyatakan dalam rpm dan diukur dengan tachometer.
- d. Daya (P), satuan Watt

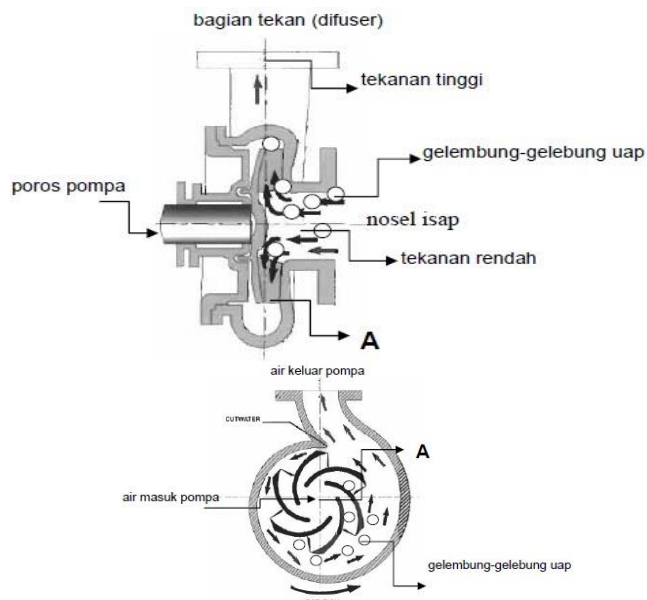
Daya dibedakan atas 2 macam, yaitu daya dengan poros yang diberikan motor listrik dan daya air yang dihasilkan pompa.
- e. Momen Puntir (T), satuan N/m.

Momen puntir diukur dengan memakai motor listrik arus searah, dilengkapi dengan pengukur momen.
- f. Efisiensi (η), satuan %

Efisiensi pompa adalah perbandingan antara daya air yang dihasilkan pompa dengan daya poros dari motor listrik.

2.1.3 Pengertian Kavitasi

Kavitasi adalah gejala menguapnya zat cair yang sedang mengalir, karena tekanannya berkurang sampai di bawah tekanan uap jenuhnya. Misalnya, air pada tekanan 1 atmosfer akan mendidih dan menjadi uap jenuh pada 100 °C. Tetapi jika tekanan direndahkan, maka air akan mendidih pada temperatur yang lebih rendah. Jika tekanannya cukup rendah, maka pada temperatur kamar pun air dapat mendidih. Apabila zat cair mendidih, maka akan timbul gelembung-gelembung uap zat cair. Hal ini dapat terjadi pada zat cair yang sedang mengalir di dalam pompa maupun di dalam pipa. Tempat-tempat yang bertekanan rendah dan/atau berkecepatan tinggi di dalam aliran sangat rawan terhadap terjadinya kavitasi. Pada pompa misalnya, bagian yang mudah mengalami kavitasi adalah pada sisi isapnya.



Gambar 2.2 Proses Kavitasi

Kavitasi akan timbul bila tekanan isap terlalu rendah. Jika pompa mengalami kavitasi, maka akan timbul suara berisik dan getaran. Selain itu performansi pompa akan menurun secara tiba-tiba, sehingga pompa tidak dapat bekerja dengan baik. Jika pompa dijalankan dalam keadaan terkavitasi secara terus-menerus dalam jangka waktu lama, maka permukaan dinding saluran di sekitar aliran yang berkavitasi akan mengalami kerusakan. Permukaan dinding akan termakan sehingga menjadi berlubang-lubang atau bopeng. Peristiwa ini disebut erosi kavitasi. Sebagai akibat dari tumbukan gelembung-gelembung uap yang pecah pada dinding secara terus-menerus. Dikarenakan kavitasi memberi banyak kerugian pada pompa, maka kavitasi perlu dihindari.

Cara-cara untuk mencegah terjadinya kavitasi antara lain:

- a. Tekanan gas diperbesar di dalam pipa di mana fluida yang mengalir dipompakan. Cara ini menuntut dimensi pipa yang melebihi besar dengan batasan ± 3 atm.
- b. Sebuah pompa booster dipasang pada ujung pipa isap.
- c. Sebuah axial wheel atau halical wheel dipasang tepat di dalam impeller pada poros yang sama, hal ini dimaksudkan untuk menaikkan tekanan dan membuat pusaran terhadap aliran, cara ini merupakan pilihan yang paling baik. Akan tetapi, bila kecepatan putaran (n) dan debit (Q) sama dengan kecepatan putar dan debit dari impeller, maka kavitasi justru akan terjadi pada runner pembantu itu sendiri. Oleh karena itu, dalam pemasangannya, runner pembantu ini diperlukan pertimbangan yang sungguh-sungguh.

2.1.4 Pengertian NPSH

Seperti diuraikan sebelumnya, bahwa kavitasi akan terjadi, apabila tekanan statis suatu aliran zat cair turun sampai di bawah tekanan uap jenuhnya. Jadi, untuk menghindari kavitasi harus diusahakan agar tidak ada satu bagianpun dari aliran dalam pipa yang mempunyai tekanan statis lebih rendah dari tekanan yang ditentukan oleh keadaan aliran dalam pompa. Oleh karena itu, maka definisi suatu tekanan kavitasi atau jika

dinyatakan dalam satuan head disebut dengan Net Positive Suction Head (NPSH) yang dapat dinyatakan sebagai ukuran keamanan pompa dari peristiwa kavitasi.

a. NPSH yang tersedia

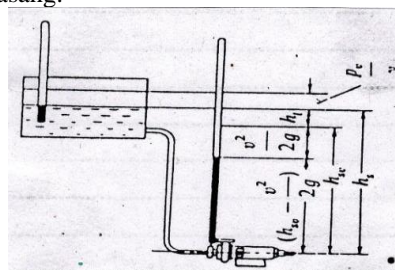
Merupakan head yang dimiliki oleh suatu zat cair pada sisi isap pompa (ekuivalen dengan tekanan absolut pada sisi isap pompa), dikurangi dengan tekanan uap jenuh zat cair di tempat tersebut. Pada pompa yang menghisap zat cair dari tempat terbuka dengan tekanan atmosfer pada permukaan zat cair seperti diperlihatkan pada gambar 2.1, maka besarnya NPSH yang tersedia adalah:

$$h_{sv} = \frac{P_a}{\gamma} - \frac{P_v}{\gamma} - h_s - h_l$$

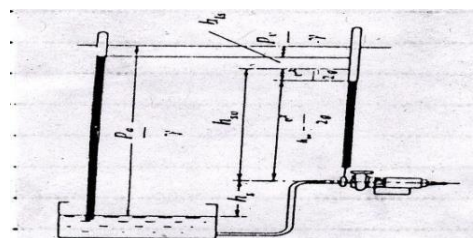
Dimana :

- h_{sv} : NPSH yang tersedia (m)
- P_a : tekanan atmosfer (N/m^2)
- P_v : tekanan uap jenuh (N/m^2)
- γ : densitas cairan (kg/m^3)
- h_s : head isap statis (m)
- h_l : head losses (m)

Dengan h_s bertanda (+) jika terletak di atas permukaan zat cair yang diisap dan negatif (-) jika terletak di permukaan zat cair yang diisap. Dari persamaan tersebut dapat dilihat bahwa NPSH yang tersedia merupakan tekanan absolut yang masih tersedia pada sisi isap pompa setelah dikurangi tekanan uap. Besarnya tergantung pada kondisi luar pompa di mana pompa tersebut dipasang.



Gambar 2.3 NPSH apabila tekanan atmosfer bekerja pada permukaan air yang diisap



Gambar 2.4 NPSH bila tekanan uap bekerja di dalam tangki air hisap yang tertutup

Jika zat cair diisap dari tangki tertutup seperti pada gambar 2.3, maka P_a menyatakan tekanan absolut yang bekerja pada permukaan zat cair di dalam tangki tertutup tersebut, jika tekanan di atas permukaan zat cair sama dengan tekanan uap jenuhnya, maka:

$$p_a = p_v, \text{ sehingga: } h_{sv} = -h_s - h_l$$

harga h_s adalah negatif (-) karena permukaan zat cair dalam tangki lebih tinggi daripada sisi isap pompa. Pemasangan pompa semacam ini diperlukan untuk mendapatkan harga h_{sv} atau NPSH yang positif (+).

b. NPSH yang diperlukan

Tekanan terendah di dalam besarnya terdapat di suatu titik dekat setelah sisi masuk sudu impeller. Di tempat tersebut, tekanannya lebih rendah daripada tekanan pada sisi isap pompa. Hal ini disebabkan karena luas penampang yang menyempit, dan kenaikan kecepatan aliran karena tebal sudu. Jadi, agar tidak terjadi penguapan zat cair, maka tekanan pada lubang masuk pompa dikurangi penurunan tekanan di dalam pompa, harus lebih tinggi daripada tekanan uap zat cair. Head tekanan yang besarnya sama dengan penurunan tekanan ini disebut NPSH yang diperlukan.

Agar pompa dapat bekerja tanpa mengalami kavitasi, maka persyaratan yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut: NPSH yang tersedia > NPSH yang diperlukan. Harga dari NPSH yang diperlukan, diperoleh dari pabrik pompa yang bersangkutan.

2.1.5 Klasifikasi Pompa

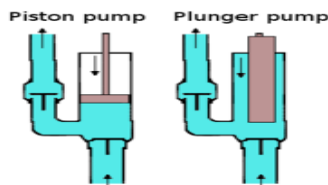
Menurut prinsip kerjanya, pompa diklasifikasikan menjadi:

a. Positive Displacement Pump

Pompa yang menghasilkan kapasitas intermitten karena fluidanya ditekan dalam elemen-elemen pompa dengan volume tertentu. Jadi, fluida yang masuk kemudian dipindahkan ke sisi buang sehingga tidak ada kebocoran (aliran balik) dari sisi buang ke sisi masuk. Pompa jenis ini menghasilkan head yang tinggi dengan kapasitas yang rendah. Perubahan energi yang terjadi pada pompa ini adalah energi mekanik yang diubah langsung menjadi energi potensial. Macam-macam Positive Displacement Pump:

1. Pompa Piston

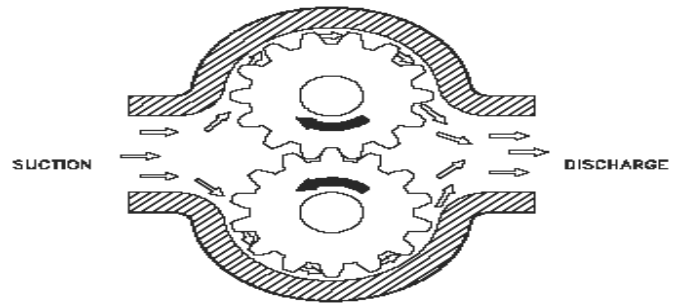
Prinsip kerja dari pompa ini adalah berputarnya selubung putar akan menyebabkan piston bergerak naik-turun sesuai dengan ujung piston di atas piring dakian. Fluida terisap ke dalam silinder dan kemudian ditukar ke saluranbuang akibat gerakan turun-naiknya piston. Bertemuinya rongga silindris piston pada selubung putar dengan saluran isap dan tekan yang terdapat pada alat berkatup. Pompa ini diproduksi untuk memenuhi kebutuhan head yang sangat tinggi dengan kapasitas aliran rendah. Dalam aplikasinya pompa piston banyak digunakan untuk keperluan pemenuhan tenaga hidrolik pesawat angkat.



Gambar 2.5 Pompa Piston

2. Pompa Roda Gigi

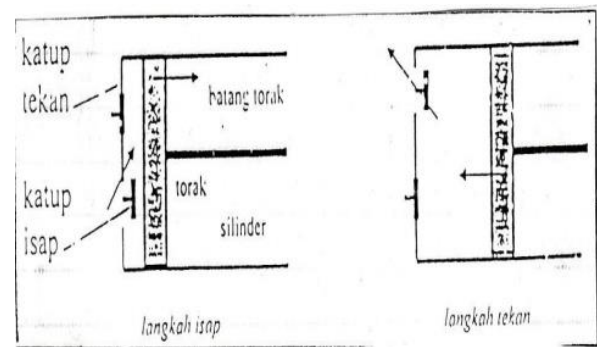
Prinsip kerjanya adalah berputarnya dua buah roda gigi berpasangan yang terletak antara rumah pompa dan menghisap serta menekan fluida yang mengisi ruangan antar roda gigi (yang dibatasi oleh gigi dan rumah pompa) ditekan ke sisibuang akibat terisinya ruang antara roda gigi pasangannya. Pompa ini biasanya digunakan untuk memenuhi kebutuhan head tinggi dengan kapasitas aliran sangat rendah. Dalam aplikasinya, pompa ini digunakan untuk pelumas.



Gambar 2.6 Pompa Roda Gigi

3. Pompa Torak

Prinsip kerjanya adalah torak melakukan gerakan isap terbuka dan katup tekan tertutup. Sedangkan pada saat torak mulaimelakukan gerakan tekan, katup isap tertutup dan katup tekan terbuka. Kemudian fluida yang tadinya terisap dibuang pada katup tekan. Pompa ini biasa digunakan untuk memenuhi head tinggi dengan kapasitas rendah. Dalam aplikasinya pompa torak banyak digunakan untuk pemenuhan tenaga hidrolik.



Gambar 2.7 Skema Pompa Torak

b. Pompa Dinamik

Pompa dinamik adalah pompa yang ruang kerjanya tidak berubah selama pompa bekerja. Pompa ini memiliki elemen utama sebuah rotor dengan satu impeller yang berputar dengan kecepatan tinggi. Fluida masuk dipercepat oleh impeller yang menaikkan kecepatan absolut fluida maupun tekanannya dan melemparkan aliran melalui volut. Yang tergolong pompa dinamik antara lain:

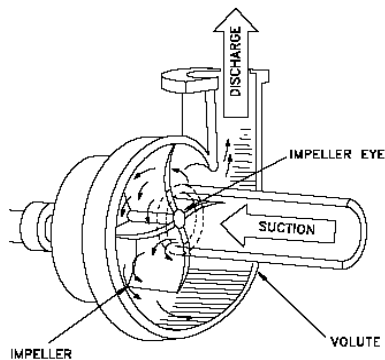
1. Pompa Aksial

Prinsip kerja pompa ini adalah sebagai berikut: berputarnya impeller akan mengisap fluida yang akan dipompakan dan menekannya ke sisi tekan dalam arah aksial (tegak lurus). Pompa aksial biasanya diproduksi untuk kebutuhan head rendah dengan kapasitas aliran yang besar. Dalam aplikasinya pompa jenis ini banyak digunakan untuk irigasi.

2. Pompa Sentrifugal

Pompa ini terdiri dari satu atau lebih impeller yang dilengkapi dengan sudu-sudu pada poros yang berputar dan diselubungi chasing. Fluida diisap pompa melalui sisi isap, akibat berputarnya impeller yang menghasilkan tekanan vakum. Pada sisi isap selanjutnya fluida yang telah terisap kemudian terlempar ke luar impeller akibat gaya sentrifugal yang dimiliki

oleh fluida.

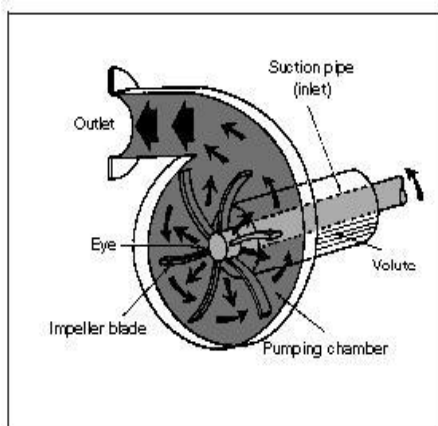


Gambar 2.8 Pompa Sentrifugal dengan Isapan Ujung

Klasifikasi Pompa Sentrifugal:

a. Pompa Volut

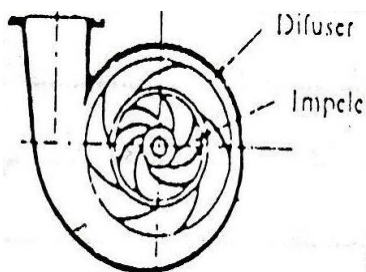
Aliran yang keluar dari impeller pompa volut ditampung dalam volut, yang selanjutnya akan dialirkan melalui nozzle untuk keluar.



Gambar 2.9 Skema Pompa Volut

b. Pompa Difuser

Pompa yang mempunyai difuser yang dipasang mengelilingi impeller.



Gambar 2.10 Skema Pompa Difuser

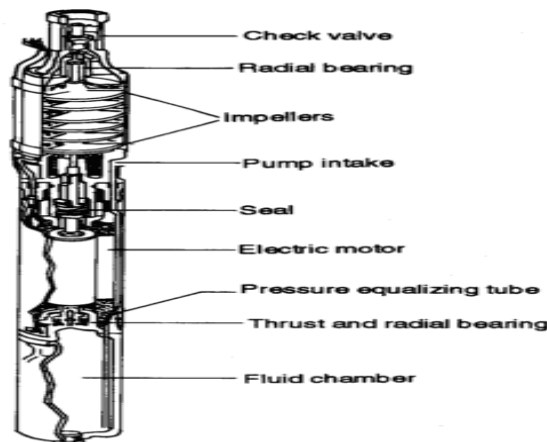
c. Pompa Hydraulic Ramp

Adalah pompa yang tidak menggunakan energi listrik/bahan bakar untuk bekerja. Bekerja dengan sistem pemanfaatan tekanan dinamik atau gaya air yang timbul karena adanya aliran air dari sumber air ke pompa, gaya tersebut digunakan

untuk menggerakkan katup yang bekerja dengan frekuensi tinggi, sehingga diperoleh gaya besar untuk mendorong air ke atas.

d. Pompa Benam

Pompa benam menggunakan daya listrik untuk menggerakkan motor. Motor itu mempunyai poros yang tegak lurus dengan impeller. Karena kedudukan impeller satu poros dengan motor, maka bila motor bekerja, impeller akan berputar dan air yang berada pada bak isapan terangkat oleh sudu yang terdapat pada impeller. Untuk menahan air yang telah diisap oleh impeller, supaya tidak bocor kembali ke bak isapan, air ditahan oleh lower difusser yang berada di bagian bawah pompa.



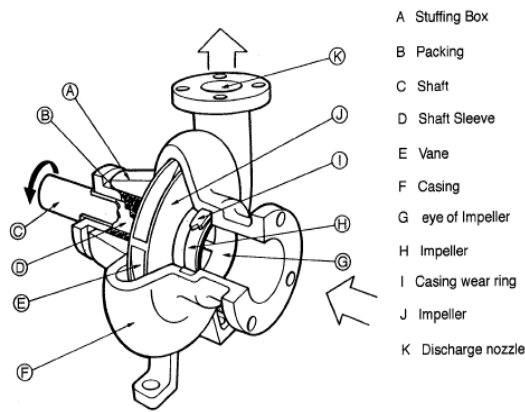
Gambar 2.11 Skema Pompa Difuser

2.2 Pompa Sentrifugal dan Prinsip Kerjanya

2.2.1 Bagian-Bagian Pompa Sentrifugal

Bagian-bagian pompa sentrifugal adalah sebagai berikut:

1. Casing (rumah keong)
Fungsinya untuk merubah atau mengkonversikan energi cairan menjadi energi tekanan statis.
2. Impeller
Fungsinya untuk merubah energi kinetik atau memberikan energi kinetik pada zat cair, kemudian di dalam casing diubah menjadi energi tekanan.
3. Pons Pompa
Fungsinya untuk meneruskan energi mekanik dari mesin penggerak (prime over) kepada impeller.
4. Inlet
Fungsinya untuk saluran masuk cairan ke dalam impeller.
5. Outlet
Fungsinya untuk saluran saluran keluar dari impeller.
6. Nozzle
Fungsinya untuk merubah energi kinetik menjadi energi tekanan.



Gambar 2.12 Bagian-Bagian Pompa Sentrifugal

2.2.2 Prinsip Kerja Pompa Sentrifugal

Fluida terhisap melalui sisi isap, karena tekanan pada pompa lebih kecil daripada tekanan atmosfer, kemudian masuk dan ditampung di dalam rumah keong. Karena adanya putaran impeller, maka fluida keluar melalui sisi buang dengan arah radial. Bagian-bagian pompa sentrifugal:

1. Impeller

Untuk menghisap fluida dari sisi isap dan menekannya dalam arah aksial ke sisi buang.

2. Sudu

Bagian impeller yang berfungsi untuk menggerakkan fluida sehingga menghasilkan gaya sentrifugal pada fluida.

3. Casing

Disebut juga rumah keong, berfungsi menampung cairan yang terlempar dari sudu-sudu impeller.

2.2.3 Macam-macam Alat Ukur Tekanan (Head) dan Pengertiannya

Dalam fluida stasioner, tekanan didistribusikan ke semua arah dan disebut sebagai fluida statis didistribusikan ke saluran permukaan sejajar dengan arah permukaan fluida. Untuk menentukan permukaan statis pada fluida bergerak, maka permukaan pengukurannya harus sejajar dengan arah aliran sehingga tidak ada energi kinetik yang berubah ke energi statis. Tekanan diukur di dekat dinding dengan kecepatan minimum sehingga pembacaannya hanya akan menghasilkan sedikit kesalahan.

1. Barometer

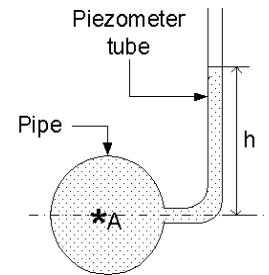
Digunakan untuk mengukur tekanan atmosfer. Sebuah barometer sederhana terdiri dari sebuah tube dengan ukuran lebih dari 36 inchi (760 mm), dimasukkan dalam penampungan raksa terbuka dengan sisi tertutup. Dapat dikatakan bahwa daerah di atas tidak boleh benar-benar vakum. Penampung ini berisi uap raksa pada fase uap lanjut, akan tetapi harganya sangat kecil. Pada temperatur ruang (0,173 Pa pada 20). Tekanan dihitung dari hubungan $P_a \cdot H_m =$ adalah kerapatan fluida dalam barometer

2. Tube Gauge

a. Pie'zometer Tube

Untuk pengukuran tekanan di dalamnya, sebuah tube dapat ditempatkan pada dinding pipa yang terdapat cairan, sehingga cairan tidak dapat naik, dengan menentukan ketinggian

naiknya fluida dengan persamaan: $p =$ ditentukan dengan Pie'zometer tube.



Gambar 2.13 Piezometer Tube

b. Manometer

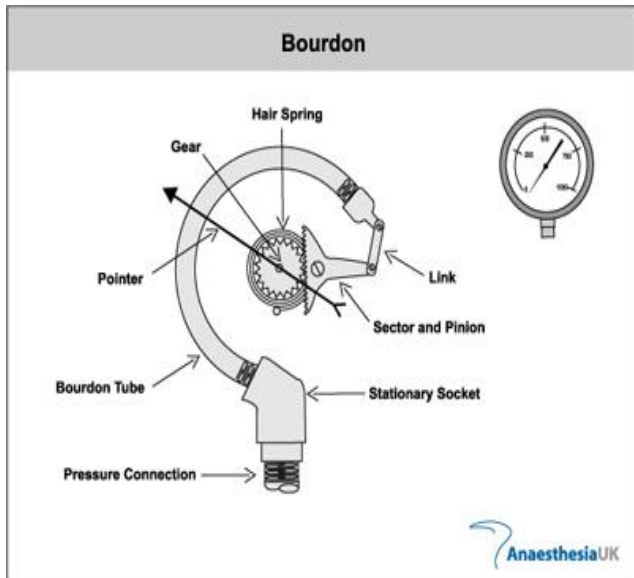
Peralatan yang lebih kompleks untuk mengukur tekanan fluida, terdiri dari sebuah tabung melengkung (Bent tube) berisi satu atau lebih cairan dengan spesifik gravitasi yang berbeda. Alat ini dikenal dengan manometer. Dalam menggunakan manometer, secara umum tekanan yang diketahui berada dalam satu sisi manometer dan tekanan yang tidak diketahui dan akan diukur pada sisi kirinya.



Gambar 2.14 Manometer

3. Mechanical Gauge/Bordon Gauge

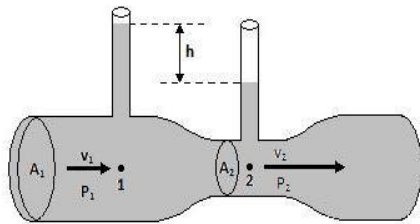
Tekanan yang akan diukur dibalikkan pada sebuah tabung melingkar berpenampang oval. Tekanan pada tabung-tabung tersebut cenderung menyebabkan tabung menegang dan defleksi dari sisi tabung dihubungkan sepanjang sistem pengungkit ke jarum perekam. Gauge ini digunakan secara luas untuk mengukur uap dan gas yang bertekanan. Tekanan indikasi merupakan perbedaan tekanan dengan sistem gauge terhadap tekanan luar dan biasanya disebut dengan sebagai gauge pressure.



Gambar 2.15 Bourdon Gauge

4. Venturimeter

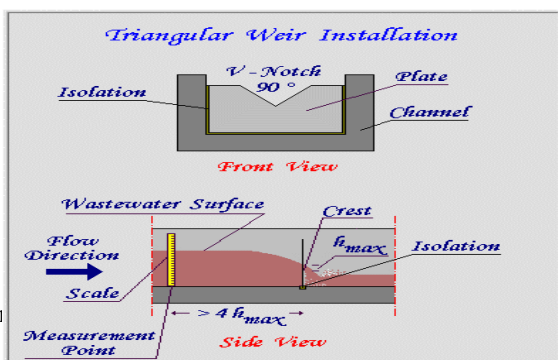
Alat ini dapat dipakai untuk mengukur laju aliran fluida, misalnya menghitung laju aliran air atau minyak yang mengalir melalui pipa. Venturimeter terdiri dari alat yang disebut pipa venturi. Pipa venturi merupakan sebuah pipa yang memiliki penampang bagian tengahnya lebih sempit dan diletakkan mendatar dengan dilengkapi dengan pipa pengendali untuk mengetahui permukaan air yang ada sehingga besarnya tekanan dapat diperhitungkan. Dalam pipa venturi ini luas penampang pipa bagian tepi memiliki penampang yang lebih luas daripada bagian tengahnya atau diameter pipa bagian tepi lebih besar daripada bagian tengahnya. Zat cair dialirkan melalui pipa yang penampangnya lebih besar lalu akan mengalir melalui pipa yang memiliki penampang yang lebih sempit, dengan demikian, maka akan terjadi perubahan kecepatan.



Gambar 2.16 Venturimeter

5. Weir Meter

Weir meter adalah sebuah perangkat sederhana dan paling umum yang terbuat dari pelat tipis yang digunakan untuk mengukur aliran arus terbuka. Weir meter diklasifikasikan menurut bentuk saluran buka. Jenis yang paling umum dari weir meter adalah segitiga (atau V-notch), persegi panjang, dan trapesium (atau Cipolletti). Laju aliran cairan yang melewati weir tersebut ditentukan dengan mengukur level cairan di kolam hulu dari wire meter tersebut.



Per

Gambar 2.17 Bernoulli equation for ideal flow: (q = flow per unit width)

2.3 Teori dan persamaan yang mendukung Percobaan
2.3.1 Persamaan Bernoulli

Dalam suatu cairan fluida incompressible memiliki tekanan (p) dan kecepatan (v), serta beda ketinggian (z), besarnya aliran adalah:

$$W = m \cdot g \cdot z + \frac{m \cdot p}{\rho} + \frac{m \cdot v^2}{\rho^2} [Nm] \quad \text{Persamaan}$$

energi

$$W = g \cdot z + \frac{p}{\rho} + \frac{v^2}{2} = \text{kons tan} [Nm/kg]$$

Persamaan energi

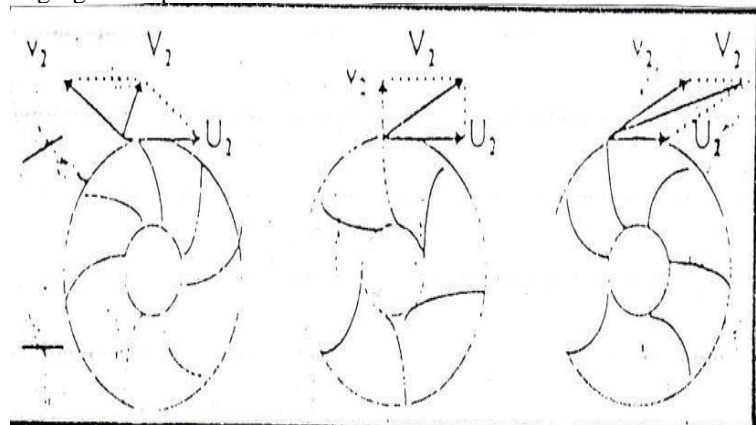
$$I = z + \frac{p}{\rho \cdot g} + \frac{v^2}{2g} = \text{kons tan} [m] \quad \text{persamaan}$$

head

Jika fluida mengalir dari tempat satu ke tempat dua, maka persamaan Bernoulli dinyatakan dengan:

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho \cdot g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho \cdot g} + \frac{v_2^2}{2g}$$

Segitiga kecepatan



Gambar 2.18 Segitiga kecepatan

Keterangan:

- U= kecepatan keliling
- v1= kecepatan relatif
- v2= kecepatan aktual fluida

Pada segitiga kecepatan, U didapat dari rumusan:

$$U = \frac{\pi \cdot D \cdot N}{60}$$

di mana n=jumlah putaran [rpm]

v terjadi dari sudut β karena adanya gaya sentrifugal fluida yang ada pada saluran sudu tersebut yang bergerak maju dan didorong keluar dari saluran sudu, U didapat dari resultan antara U dan v. Jadi, berputarnya roda jalan dengan kecepatan v dan bentuk sudu yang sedemikian rupa diperoleh kecepatan relatif aliran fluida.

Persamaan Euler

Pada instalasi pompa, perpindahan energi di dalam sudu jalan adalah dari momen puntir yang bekerja pada poros diteruskan sedemikian rupa oleh sudu jalan sehingga menimbulkan kecepatan absolut fluida C₁ dan C₂ dengan komponen tangensialnya C_{2U} dan C_{1U} (sudu-sudu roda jalan bekerja sebagai tuas untuk meneruskan momen puntir poros dan menimbulkan arus kecepatan fluida).

Menurut kaidah impuls, pada umumnya momen puntir di antara sisi bagian keluar dan sisi bagian masuk.

$$M = m \cdot r \cdot \frac{dcu}{dt}$$

Dengan : m = massa fluida (cairan)
R = panjang tuas yang bekerja

$$\frac{dcu}{dt} = \text{besarnya perubahan yang kecil,}$$

langkah demi langkah pada waktu melalui roda jalan

$$M = \frac{m}{t} (r_2 \cdot cu_2 - r_1 \cdot cu_1) - m(r_2 \cdot cu_2 - r_1 \cdot cu_1)$$

Momen

puntir ini akan mendapatkan gaya dan atau sesuai dengan daya yang diberikan poros P= M .ω, di mana ω adalah kecepatan sudut, dari sini

$$P = m(r_2 \cdot \omega \cdot cu_2 - r_1 \cdot \omega \cdot cu_1)$$

Dan dengan r . ω = U = kecepatan keliling persamaan di atas disederhanakan ke persamaan utama Euler

$$\frac{P}{m} = (u_2 \cdot cu_2 - u_1 \cdot cu_1) = Y \left[\frac{Nm}{kg} \right]$$

Di mana Y merupakan kerja spesifik yaitu kerja mekanis dari proses yang dipindahkan ke cairan, kerja tersebut menarik dan memompa massa cairan.

Antara tinggi kenaikan H (m) dan kerja spesifik Y ada hubungannya, yaitu Y = g.h dengan g adalah percepatan

$$\text{grafitasi} \left[\frac{m}{s^2} \right]$$

Bila masalah ini dimasukkan ke dalam persamaan Euler, untuk pompa didapat:

$$H = \frac{y}{g} = \frac{U_2 \cdot c_{2u} - U_1 \cdot c_{1u}}{g} [m]$$

Dari bentuk persamaan Euler ini akan didapat:

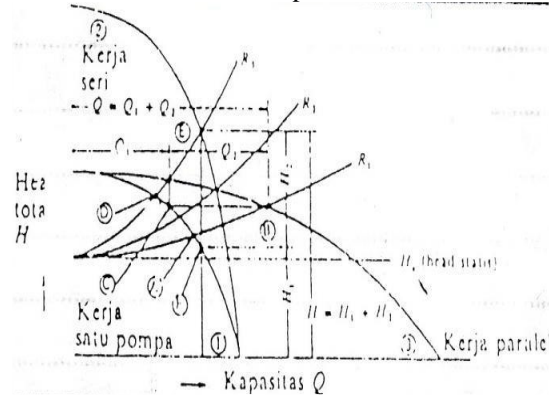
Kerapatan dari fluida yang dipompa tidak diperhitungkan, dengan demikian tinggi kenaikan H dari pompa tidak tergantung kepada macamnya fluida yang dipompa.

2.3.2 Karakteristik Pompa Seri Dan Paralel

a. Karakteristik Pompa Sentrifugal

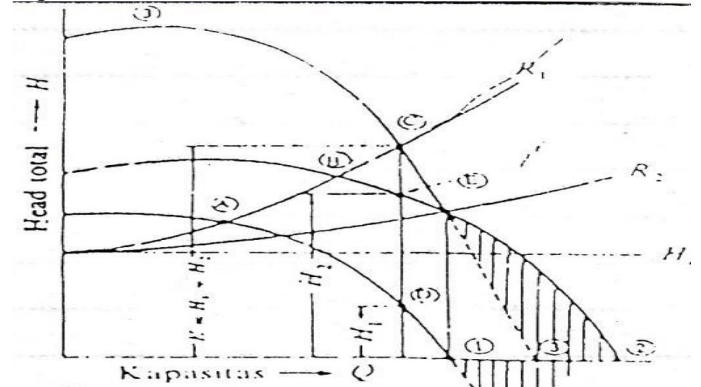
Berbagai rangkaian dapat digunakan memenuhi suatu

keadaan tertentu. Yaitu sistem parallel dan seri.



Gambar 2.19 Operasi seri dan paralel dari pompa karakteristik sama

Gambar di atas menunjukkan karakteristik sama dari pompa yang dipasang secara seri dan paralel. Dimana untuk pompa tunggal diberi tanda (1), pompa seri (2), dan pompa paralel (3). Untuk rangkaian seri menghasilkan head yang 2 kali lebih besar dibandingkan pompa tunggal, tapi headnya sama atau tetap. Jadi rangkaian seri digunakan untuk menaikkan head, sedangkan paralel untuk menaikkan kapasitas aliran



Gambar 2.20 Operasiseri dan paralel pompa dengan karakteristik beda.

Dua pompa dengan karakteristik berbeda yang disusun secara seri dapat dilihat dari gambar di atas. Pompa (1) dengan karakteristik kurva (1), Pompa (2) dengan karakteristik pompa (2), Pompa (3) dengan kurva karakteristik seri. Di sinilah terlihat bahwa pompa (1) bekerja pada titik nol (0) sedangkan pompa U bekerja pada titik B dan pompa dengan susunan seri beroperasi di titik c. Ternyata head total pompa dengan susunan seri adalah jumlah head pompa I dan pompa II.

II. METODE PENELITIAN

Pengujian pompa sentrifugal dengan daya 3 hp

Tujuan pengujian pompa sentrifugal dengan daya 3 Hp ini yaitu untuk mengetahui parameter-parameter pengukuran pompa berupa putaran poros pompa, debit aliran, head pompa, dan efisiensi pada pompa sentrifugal dengan daya 3 Hp. Pada dasarnya proses pengujian pompa sentrifugal dengn

menggunakan daya 3 Hp ini dilakukan untuk mengukur kemampuan dari alat uji pompa sentrifugal yang digunakan untuk praktikum uji prestasi mesin ini dengan metode melalui pengujian bukaan katup dimana pompa sentrifugal akan dijalankan dengan motor pompa yang berkapasitas 3 Hp kemudian bukaan katup akan dimainkan dari mulai ukuran penuh, ukuran ¾, ukuran ½ dan ukuran ¼ .

Pada pengujian alat uji pompa sentrifugal yang menggunakan daya 3 Hp ini dimaksudkan hanya untuk menguji alat uji dari pompa sentrifugal ini apakah dapat berfungsi dengan baik atau tidak serta dengan parameter parameter lain yang telah ditentukan sehingga alat uji pompa sentrifugal ini dapat digunakan sebagai pratktikum uji prestasi mesin.

Selain itu juga pengujian pompa sentrifugal dengan daya 3 Hp dapat di jadikan dasar manfaat sebagai barometer untuk melakukan pengujian pengujian lebih lanjut sesuai dengan yang diinginkan.



3.1 Peralatan Pengujian performansi pada Pompa sentrifugal dengan daya 3 hp

CENTRIFUGAL PUMP :

- Merk : EBARA
- Type : 50X40 FSH
- Cap. : 100 Ltr/ m
- Head : 30 m
- Power : 3 HP/ 380 V/ 50 HZ/ 3
- Phase/ 2900 Rpm

Pompa sentrifugal dengan daya 3 hp.

Sebelum dilakukan pengujian dilakukan persiapan alat ukur untuk mengukur hasil pengujian adapun beberapa alat ukur yang digunakan dalam pengujian pompa sentrifugal dengan daya 3 Hp sebagai berikut :

1. Tachometer

Tachometer adalah sebuah alat pengujian yang dirancang untuk mengukur kecepatan rotasi dari sebuah objek, seperti alat

pengukur dalam pengujian ini yang mengukur putaran per menit (RPM) dari poros engkol mesim / Pompa sentrifugal..

2. Manometer

Manometer adalah sebuah alat ukur untuk mengukur tekanan Fluida, pada pengujian ini jenis manometer yang akan digunakan untuk mengukur tekanan fluida adalah manometer bordoun atau sering disebut juga sebagai pressure gauge.

3. Orifice

Orifice merupakan salah satu komponen dari perangkat primer (primary device) untuk mengukur aliran dengan menggunakan prinsip mengubah kecepatan aliran, riilnya yaitu mengubah luasan yang dilalui aliran fluida tersebut (orifice).

3.2 Prosedur pengujian performansi pada pompa sentrifugal dengan daya 3 hp.

1. Pompa dihidupkan, katup pada posisi tertutup (Nol).
2. Kemudian atur bukaan katup dengan variasi jepitan katup 1/4 , 1/2, 3/ 4 dan full open.
3. Catat rpm Putaran Pompa dengan Tachometer pada setiap Variasi Bukaan katup.
3. Catat Δh pada Orifice pada setiap variasi bukaan katup.
4. Catat tekanan air pada manometer bourdon pada setiap variasi bukaan katup.
5. Pada setiap Variasi bukaan katup aliran dilakukan pengamatan selama 10 menit
6. Isi tabel pengujian performansi yang telah dipersiapkan sesuai dengan hasil pengamatan pada variasi bukaan katup.
7. Pengujian di ulang 4 kali berturut - turut Rata- rata data hasil pengujian sebanyak 4 kali

Tabel 3.1 Pengamatan pengujian pompa sentrifugal dengan daya 3 Hp pada pengujian pertama.

Bukaan Katup	Δh Orifice (cm)	Manometer Bourdon (Bar)	Thacometer (rpm)
Penuh	11	0,4	2400
¾	11	0,8	2300
½	11	2,2	2300
¼	27	3,5	2400

Tabel 3.2 Pengamatan pengujian pompa sentrifugal dengan daya 3 Hp pada pengujian kedua

Bukaan Katup	Δh Orifice (cm)	Manometer Bourdon (Bar)	Thacometer (rpm)
Penuh	11	0,4	2400
¾	11	0,8	2300
½	9	2,5	2200
¼	27	3,5	2400

Tabel 3.3 Pengamatan pengujian pompa sentrifugal dengan daya 3 Hp pada pengujian ketiga

Bukaan Katup	Δh Orifice (cm)	Manometer Bourdon (Bar)	Thacometer (rpm)
Penuh	11	0,4	2400
$\frac{3}{4}$	11	0,8	2300
$\frac{1}{2}$	9	2,5	2200
$\frac{1}{4}$	27	3,5	2400

Tabel 3.4 Pengamatan pengujian pompa sentrifugal dengan daya 3 Hp pada pengujian ke empat

Bukaan Katup	Δh Orifice (cm)	Manometer Bourdon (Bar)	Thacometer (rpm)
Penuh	11	0,4	2400
$\frac{3}{4}$	11	0,8	2300
$\frac{1}{2}$	9	2,4	2200
$\frac{1}{4}$	27	3,5	2400

hasil pengujian yang akan didapat sesuai dengan keinginan yang akan di capai.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Frank M. White; Mekanika Fluida Erlangga, Jakarta 1991
- [2] Baso Nasrullah, Fadli Nuridin, dan D. Z. S. (n.d). " Dasar Perancangan Mesin Dengan Autodesk Inventor Profesional 2015" In Depublish
- [3] Ferdi Ariyanto (2021), Skripsi Analisa Pengaruh Variasi Putaran Terhadap Getaran Yang Ditimbulkan Oleh Alat Peraga Getaran.
- [4] Hidayat, Royan, & Wilis, G. R. (2017), Analisis Getaran Pada Kompresor Mesin Pendingin Dengan Variasi Putaran (RPM). Engginering, 15(2),65-72.
- [5] Iv, B, A, B., Perancangan , H.,& Perhitungan. D, A, N, (2016) PERANCANGAN MESIN SHREDDER UNTUK PENGHANCURAN LIMBAH KACA, 35-50
- [6] Khurmi, r.s. & gupha, j.k., 2015, machine design. New Delhi : EURASIA PUBLISHING HOUSE.
- [7] Kurnia Wahyudi (1), Untung Lesmana (1), M. (2018) Perencanaan Mesin Pakan Ternak Sapi. 5-6.
- [8] Mulyanto, T (2016), RANCANG BANGUN MESIN AMPLAS DAN POLES UNTUK PROSES METALOGRAFI.
- [9] Perindustrian, D., 2011, Sabuk-v untuk industry. Pusat Standarisasi Industri.
- [10] Pressman, R. (2009). Pengertian Rancang Bangun.

III. KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

Dari hasil dan perhitungan dan analisa diperoleh kesimpulan sebagai berikut

1. Pada sistem aliran pengujian pertama untuk bukaan katup dari $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, 1 diperoleh head yang makin besar,
2. Pada sistem aliran pengujian kedua untuk bukaan katup dari $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, 1 diperoleh head yang makin besar,
3. Pada sistem aliran pengujian ketiga untuk bukaan katup dari $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, 1 diperoleh head yang makin besar,
4. Pada sistem aliran pengujian keempat untuk bukaan katup dari $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, 1 diperoleh head yang makin besar,
5. Pada pengujian orifice terdapat perbedaan dimana pada pengujian pertama pada bukaan katup $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, 1 diperoleh hasil yang sama sedangkan pada pengujian yang ke dua hingga ke empat hasilnya berbeda ini dikarenakan kemungkinan mesin pompa belum berjalan dengan stabil.
6. Pada Pengujian Putaran Poros hasil minimum yang didapat pada semua pengujian didapatkan hasil 2200 RPM sedangkan hasil maksimum yang didapat pada semua hasil maksimum 2400 RPM ini menunjukkan bahwa putaran poros dari hasil pengujian masih dibawah standart maksimum pompa menurut spesifikasinya yaitu 2900 RPM.

4.2 Saran

Untuk pengujian pompa sentrifugal dengan daya 3 Hp ini sebaiknya dapat dilakukan dengan menggunakan banyak variabel dalam pembuatannya sehingga akan banyak sample dari