

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.LatarBelakang

Di era globalisasi sekarang ini perkembangan teknologi sangatlah pesat sehingga mengakibatkan perkembangan dunia industri juga semakin cepat. Dunia industri memerlukan sejumlah peralatan kerja yang efektif dan efisien untuk mengurangi biaya operasional. Berbagai alat bantu untuk memudahkan pekerjaan manusia banyak ditemukan. Salah satunya adalah pompa yang mempunyai peranan penting untuk menyediakan air umpan boiler. Pompa banyak digunakan pada industri-industri karena peranannya yang bermacam-macam tergantung dari penggunaan dan instrumentasi pendukung.

Pompa adalah suatu mesin fluida yang digunakan untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat lain, melalui suatu media pipa (saluran) dengan cara menambah energi pada cairan, yang dipindahkan dan berlangsung kontinyu. Pompa merupakan mesin fluida yang digunakan untuk memindahkan fluida cair yang umumnya dari tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi melalui sistem perpipaan. Penggunaan pompa sentrifugal dalam industri minyak menuntut karakteristik pompa yang digunakan untuk minyak mendapat nilai performansi pompa dengan tingkat kepercayaan yang tinggi. Salah satu masalah yang paling sering sering ditemui dalam karakteristik pompa adalah kekentalan atau viskositas fluida. Pengaruh viskositas fluida mempengaruhi nilai head, debit dan karakteristik daya dari pompa. Perubahan nilai tersebut dapat ditunjukkan melalui grafik karakteristik performansi pompa.

Kemudian dapat digunakan secara sistematis terhadap berbagai nilai viskositas fluida yang berbeda dan variasi berbagai kecepatan poros pompa. Sehingga dapat disimpulkan untuk mengetahui performansi pompa yang sesuai dengan fluida kerja yang digunakan, kita perlu terlebih dahulu meninjau jenis pompa beserta bentuk rancangan sistem pompa yang digunakan dan nilai viskositas dari fluida yang akan diuji. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis pengaruh viskositas terhadap head pompa, menganalisis pengaruh viskositas terhadap debit pompa, menganalisis pengaruh viskositas terhadap efisiensi pompa, menganalisis pengaruh viskositas terhadap daya poros pompa.

1.2. Tujuan Perancangan Pada Rangkaian Pipa Elbow

Adapun tujuan dari perancangan ini adalah untuk menentukan :

- Mayor Losses, Minor Losses,
- Koefisien Gesekan Fluida Air Terhadap Elbow
- Ukuran Pipa Elbow
- Kapasitas dan Head Pompa
- Daya Pompa
- Jenis Pompa

1.3. Batasan Masalah

Sehubungan dengan hal tersebut, maka direncanakanlah sebuah pompa sentrifugal untuk memompakan air bersih dari reservoir isap (suction) ke reservoir tekan (discharge).

Pembahasan perencanaan ini, antara lain :

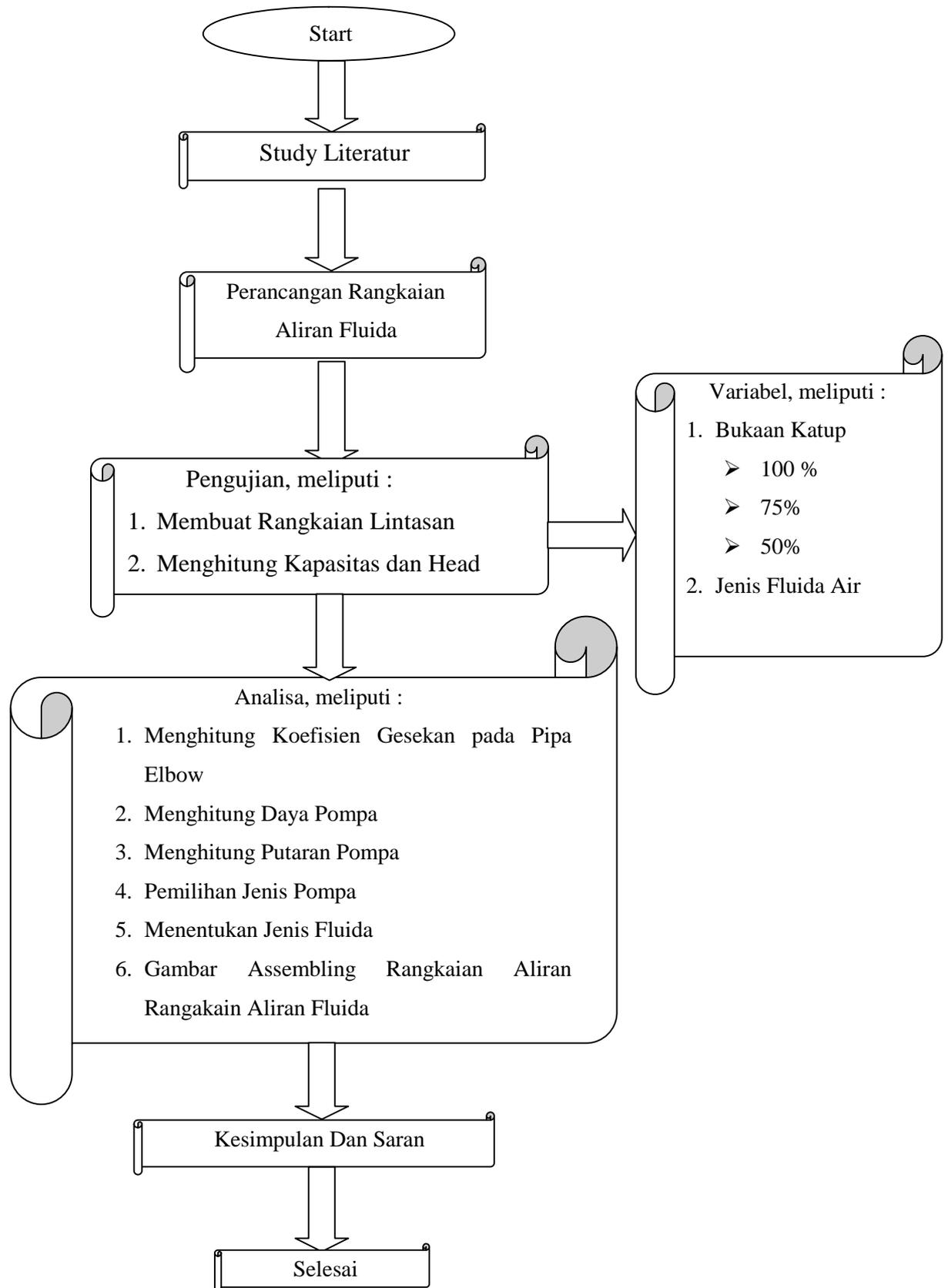
- Pengertian dan klasifikasi pompa
- Perhitungan ukuran - ukuran utama pompa.
- Penggunaan pompa
- Prinsip kerja dari setiap klasifikasi pompa

1.4. Manfaat Perancangan Pada Pipa Fluida Air

Adapun manfaat perancangan ini adalah :

- Mahasiswa dapat mengetahui fenomena yang terjadi pada aliran fluida, faktor – faktor yang mempengaruhinya seperti gesekan, besar losses akibat ketinggian, turbulensi dan lainnya.
- Mahasiswa dapat menentukan spesifikasi pompa yang sesuai dengan kebutuhan instalasi.
- Mahasiswa dapat menentukan komponen – komponen pada perancangan pipa fluida minyak.

1.5. Diagram Alir Perancangan



Gambar 1.1. Diagram penulisan tugas akhir

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Definisi Pompa

Pompa adalah suatu mesin fluida yang dapat memindahkan fluida dari tempat yang rendah ke tempat yang tinggi atau dari tempat yang bertekanan rendah ke tempat yang bertekanan tinggi.

2.2. Jenis-Jenis Pompa

Klasifikasi pompa bila ditinjau dari segi tekanan yang menimbulkan energi fluida maka pompa diklasifikasikan dalam 2 jenis, yaitu :

1. Pompa tekanan dinamis (*non positive displacement pump*)
2. Pompa tekanan statis (*positive displacement pump*)

2.3. Pompa Tekanan Dinamik

Pada pompa jenis energi secara terus-menerus diberikan oleh momentum gaya yang bekerja terus-menerus atau dapat dikatakan kapasitas bersifat kontinu dan umumnya mempunyai roda yang berputar atau disebut dengan impeller. Ciri-ciri pompa dinamis (*non positive displacement pump*) sebagai berikut:

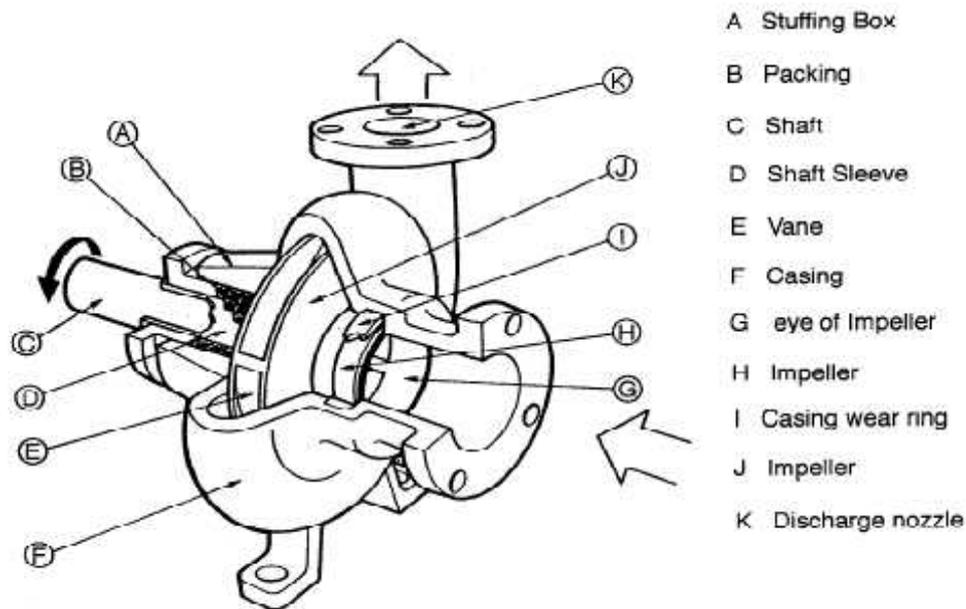
- Mempunyai bagian utama berupa sudu dengan rumah sudu dikelilingi poros putar.
- Melalui sudu-sudu mengalir fluida secara terus-menerus.

Bila dilihat dari arah aliran fluida yang mengalir melalui sudu-sudu tersebut maka pompa dinamik dibagi atas :

2.3.1. Pompa Sentrifugal

Salah satu jenis pompa kerja dinamis adalah pompa sentrifugal yang prinsip kerjanya mengubah energi kinetik (kecepatan) cairan menjadi energi potensial (dinamis) melalui suatu impeller yang berputar dalam casing. Keuntungan pompa sentrifugal dibandingkan jenis pompa perpindahan positif adalah gerakan impeller yang kontinu menyebabkan aliran tunak dan tidak berpulsa, keandalan operasi tinggi disebabkan gerakan elemen yang sederhana dan tidak adanya katup-katup, kemampuan untuk beroperasi pada putaran tinggi, yang dapat dikopel dengan motor

listrik, motor bakar atau turbin uap ukuran kecil sehingga hanya membutuhkan ruang kecil, lebih ringan dan biaya instalasi ringan, harga dan biaya perawatan murah. Secara umum bagian-bagian pompa sentrifugal dapat dilihat seperti gambar berikut:



Gambar 2.1. Bagian-bagian pompa sentrifugal

a. Stuffing Box

Stuffing Box berfungsi untuk mencegah kebocoran pada daerah dimana poros pompa menembus casing.

b. Packing

Packing digunakan untuk mencegah dan mengurangi bocoran cairan dari casing pompa melalui poros, biasanya terbuat dari asbes atau teflon.

c. Shaft

Shaft (poros) berfungsi untuk meneruskan momen puntir dari penggerak selama beroperasi dan kedudukan impeller dan bagian-bagian berputar lainnya.

d. Shaft Sleeve

Shaft sleeve berfungsi untuk melindungi poros dari erosi, korosi dan keausan pada stuffing box. Pada pompa multi stage dapat sebagai leakage joint, internal bearing dan interstage atau distance sleeve.

e. Vane

Sudu dari impeller sebagai tempat berlalunya cairan impeller.

f. Casing

Casing merupakan bagian paling luar dari pompa yang berfungsi sebagai pelindung elemen yang berputar, tempat kedudukan diffusor (guide vane), inlet dan outlet nozzle serta tempat memberikan arah aliran dari impeller dan menkonversikan energi kecepatan energi dinamis (single stage).

g. Eye of Impeller

Eye of impeller adalah bagian sisi masuk pada arah isap impeller.

h. Impeller

Impeller berfungsi untuk mengubah energi mekanis dari pompa menjadi energi kecepatan pada cairan yang dipompakan secara kontinu, sehingga cairan pada sisi isap secara terus-menerus akan masuk mengisi kekosongan akibat perpindahan dari cairan yang masuk sebelumnya.

i. Casing Wearing Ring

Casing wearing ring berfungsi untuk memperkecil kebocoran cairan yang melewati bagian depan impeller maupun bagian belakang impeller, dengan cara memperkecil celah antara casing dan impeller.

j. Bearing

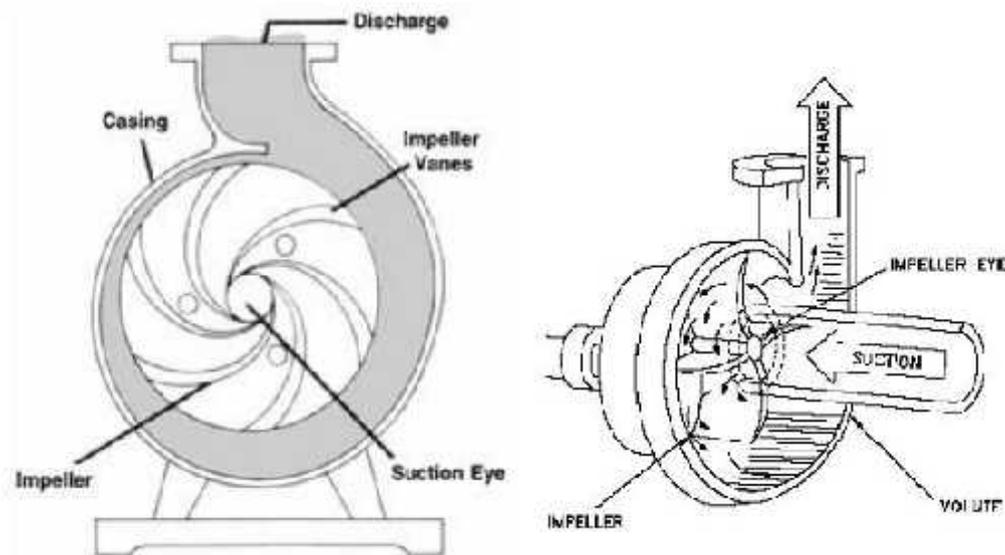
Bearing (bantalan) berfungsi untuk menumpu dan menahan beban dari poros agar dapat berputar, baik berupa beban radial maupun beban axial. Bearing juga memungkinkan poros untuk dapat berputar dengan lancar dan tetap pada tempatnya, sehingga kerugian gesek.

k. Discharge nozzle

Discharge nozzle adalah saluran cairan keluar dari pompa dan berfungsi juga untuk meningkatkan energi tekanan keluar pompa.

2.3.2. Pompa Sentrifugal Satu Tingkat

Dimana pompa ini hanya mempunyai satu impeller, satu head total yang ditimbulkan oleh satu impeller tersebut.



Gambar 2.2. Pompa Sentrifugal Satu Tingkat

2.4. Kerugian-Kerugian

Dalam perancangan pompa secara umum ada dikenal 3 (tiga) kerugian, yaitu:

1. Mayor Losses

Mayor Losses adalah kerugian-kerugian akibat gesekan fluida dengan dinding pipa. Mayor losses dapat dihitung dengan persamaan :

$$H_f = f \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Dimana : f = faktor gesekan

L = panjang pipa (m)

D = diameter pipa (m)

v = kecepatan aliran fluida dalam pipa (m/det²)

H_f = mayor losses

g = Percepatan gravitasi (9,8)

2. Minor Losses

Minor losses adalah kerugian-kerugian akibat *fitting* (pembelokan, katup, penyempitan, dan lain-lain). Minor losses dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$H_m = \sum K \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Dimana : K = koefisien fitting

g = percepatan gravitasi (m/det²)

v = kecepatan aliran fluida dalam pipa (m/det²)

H_m = Minor losses

3. Hukum Bernoulli

Hukum Bernoulli menyatakan bahwa tekanan dari fluida yang bergerak seperti udara berkurang ketika fluida tersebut bergerak lebih cepat. Rumus Hukum Bernoulli :

$$P_1 + \rho gh_1 + \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{konstan}$$

Dimana : P = Tekanan (Pascal)

v = kecepatan (m/s)

ρ = massa jenis fluida (kg/m³)

h = ketinggian (m)

g = percepatan gravitasi (9,8 m/s²)

Persamaan di atas berlaku untuk aliran tak-termampatkan dengan asumsi-asumsi sebagai berikut:

- Aliran bersifat tunak (steady state)
- Tidak terdapat gesekan

Dalam bentuk lain, persamaan Bernoulli dapat dituliskan sebagai berikut:

$$P_1 + \rho gh_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho gh_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

2.5. Head pada Instalasi Pompa

Head pada pompa terdiri dari beberapa jenis, antara lain :

a. Head suction statis (H_{ss})

Head suction statis adalah head pompa pada sisi isap, diukur dari permukaan fluida dibawah permukaan center line pompa. Bila permukaan fluida di bawah permukaan center line pompa, maka head diberi tanda positif (+), demikian sebaliknya.

b. Head suction dinamik (H_{sd})

Head suction dinamik adalah head pompa pada sisi isap, yang merupakan gabungan antara mayor losses dan minor losses sepanjang sisi isap pompa.

$$H_{sd} = H_{fs} + Hl_s$$
$$H_{sd} = f_s \cdot \frac{L_s}{D_s} \times \frac{v_s^2}{2g} + \sum K_s \cdot \frac{v_s^2}{2g}$$

c. Head suction total (H_s)

Head suction total adalah head total pada sisi isap, yang merupakan penjumlahan antara Head suction (H_{ss}) dengan Head suction dinamik (H_{sd}).

$$H_s = H_{ss} + H_{sd}$$

d. Head discharge statis (H_{ds})

Head discharge statis adalah head total pompa pada sisi buang, diukur dari center line pompa sampai kebatas permukaan air sebelah atas *reservoir*.

e. Head discharge dinamik (H_{dd})

Head discharge dinamik adalah head pompa pada sisi buang, yang merupakan gabungan antara mayor losses dan minor losses pada sisi buang pompa.

$$H_{dd} = H_{sd} + H_{ad}$$
$$H_{dd} = f_d \times \frac{v^2}{2g} + \sum K_d \times \frac{v^2}{2g}$$

f. Head discharge total

Head discharge total adalah head total pompa pada sisi buang yang merupakan penjumlahan antara head discharge statis dengan head discharge dinamik.

$$H_{dt} = H_{sd} + H_{dd}$$

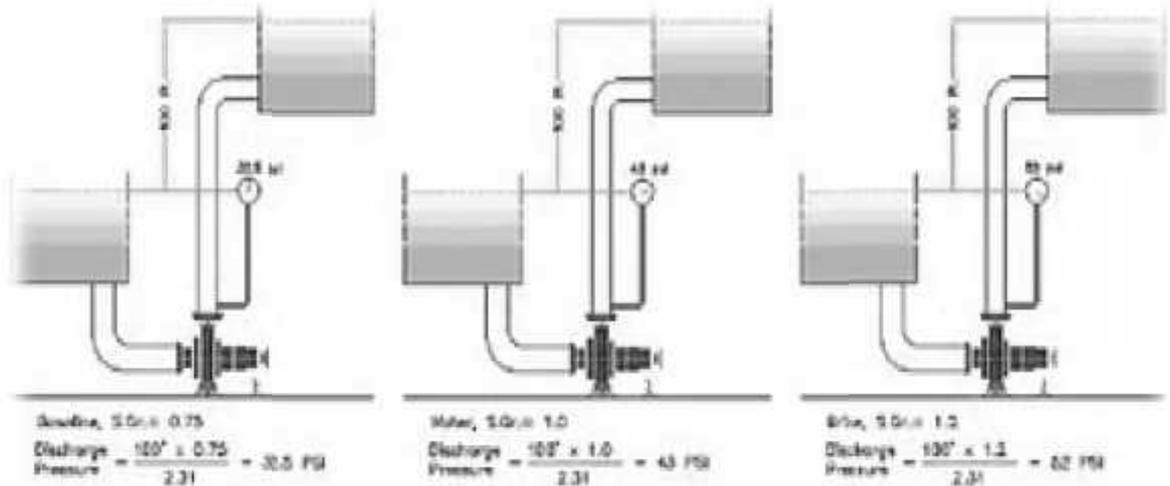
Bila head total suction dijumlahkan dengan head discharge total maka akan diperoleh head total pompa, yaitu :

$$H_p = H_{st} + H_{dt}$$

Dimana : H_p = Head pompa

H_{st} = Head suction total

H_{dt} = Head discharge total



Gambar 2.4. Instalasi head pompa

2.6. Putaran Spesifik

Kecepatan putaran spesifik pompa adalah merupakan fungsi dari kapasitas pompa, head, putaran rotor pada efisiensi pompa yang maksimum pada kondisi persamaan dapat ditulis sebagai berikut :

$$n_s = \frac{n \cdot \sqrt{Q}}{H^{3/4}}$$

Dimana : n_s = Putaran spesifik (rpm)

n = Putaran pompa (rpm)

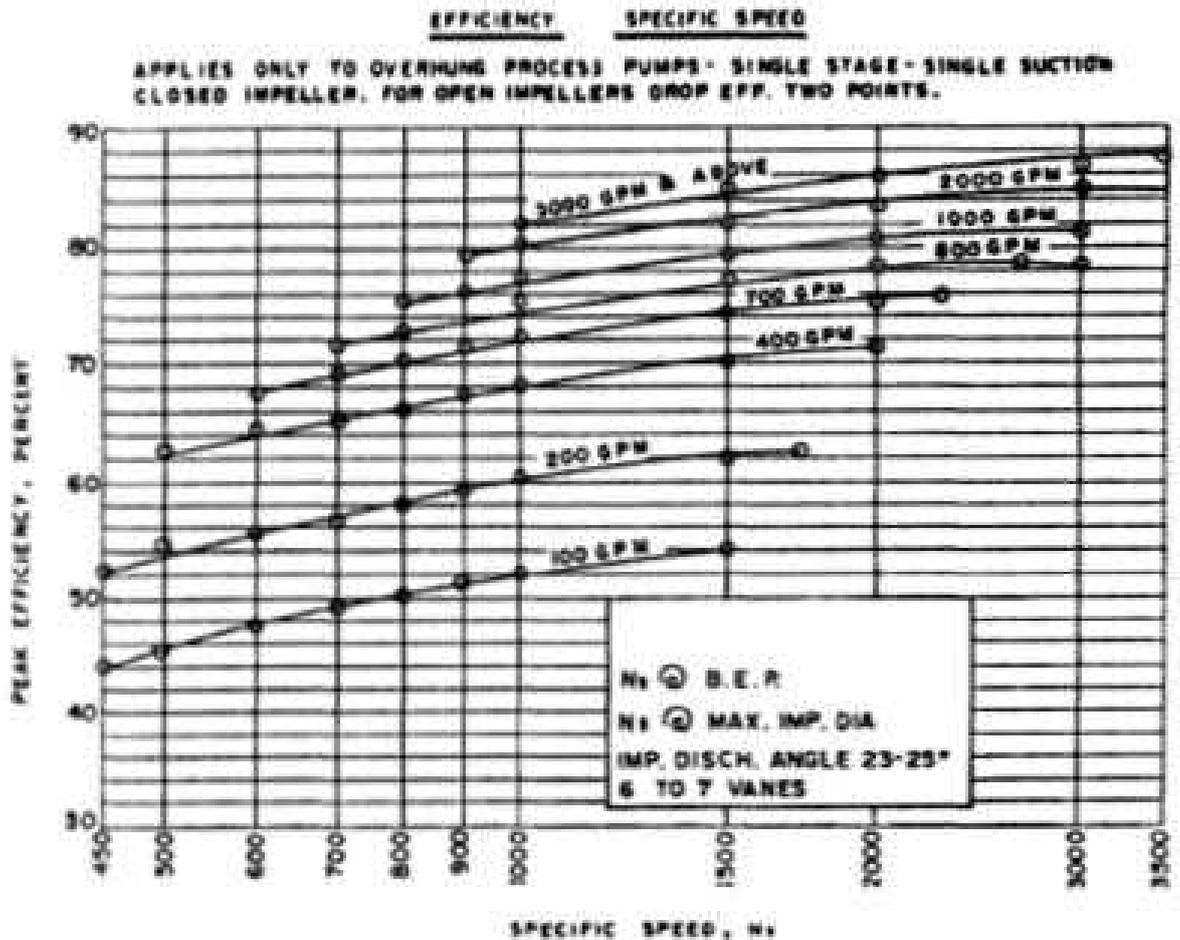
Kapasitas pompa (gpm)
pompa (ft)

Q =
H = Head

Untuk mengetahui tipe impeller, perlu diketahui terlebih dahulu putaran spesifik dari pompa yang dirancang, agar dapat dicapai efisiensi yang maksimum. Masing – masing impeller mempunyai satu daerah kecepatan spesifik yang membuat impeller dapat beroperasi dengan baik.

No	Jenis Impeler	No (British)
1.	Impeler Radial	$500^s_d 1500$
2.	Impeler Prancis	$1500^s_d 4500$
3.	Impeler Aliran – Campuran	$4500^s_d 8000$
4.	Impeler Propeler	> 8000

Tabel 2. 1. Jenis – Jenis Impeler



Gambar 2.5. Efisiensi Berdasarkan Kapasitas dan Spesifik Putaran

2.7. Daya Pompa

Daya pompa yang dibutuhkan untuk menggerakkan sebuah pompa dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$N_p = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{1000 \cdot \eta_p}$$

Dimana : N_p = Daya pompa

γ = Berat jenis air

Q = Kapasitas pompa (m/det²)

H_p = Head pompa

η_p = Efisiensi pompa (%)

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Metodologi Penelitian

Metode penelitian menggunakan metode eksperimental dan melakukan serangkaian pengujian serta melakukan serta pengambilan data – data. Penelitian ini dilakukan di **Laboratorium Prestasi Mesin Fakultas Teknik Prodi Mesin Universitas HKBP Nommensen Medan.**

3.2. Peralatan dan Rancangan Bahan Pengujian

3.2.1. Peralatan Pengujian

Adapun alat ukur yang digunakan pada saat pengukuran pada percobaan ini adalah *a. Pressure Gauge*

Pressure Gauge yang berfungsi sebagai alat yang digunakan untuk mengukur tekanan fluida (gas atau liquid) dalam tabung tertutup.

Adapun bagian – bagian dari pressure gauge adalah sebagai berikut :

1. Lens/window adalah jendela yang biasanya terbuat dari kaca khusus atau plastik khusus tergantung dari spesifikasi masing-masing pressure gauges.
2. Ring adalah bagian casing depan.
3. Pointer adalah penunjuk tekanan dari pressure gauges.
4. Dial adalah tempat penunjuk skala dari pressure gauges.
5. Movement Part adalah bagian mekanis yang mengkonversi tekanan menjadi pergerakan untuk pointer.
6. Pressure element adalah element pengukur tekanan.
7. Case adalah bagian belakang dan pelindung dari pressure gauges.

Gambar dibawah ini adalah exploded view dari pressure gauge beserta bagian-bagiannya :

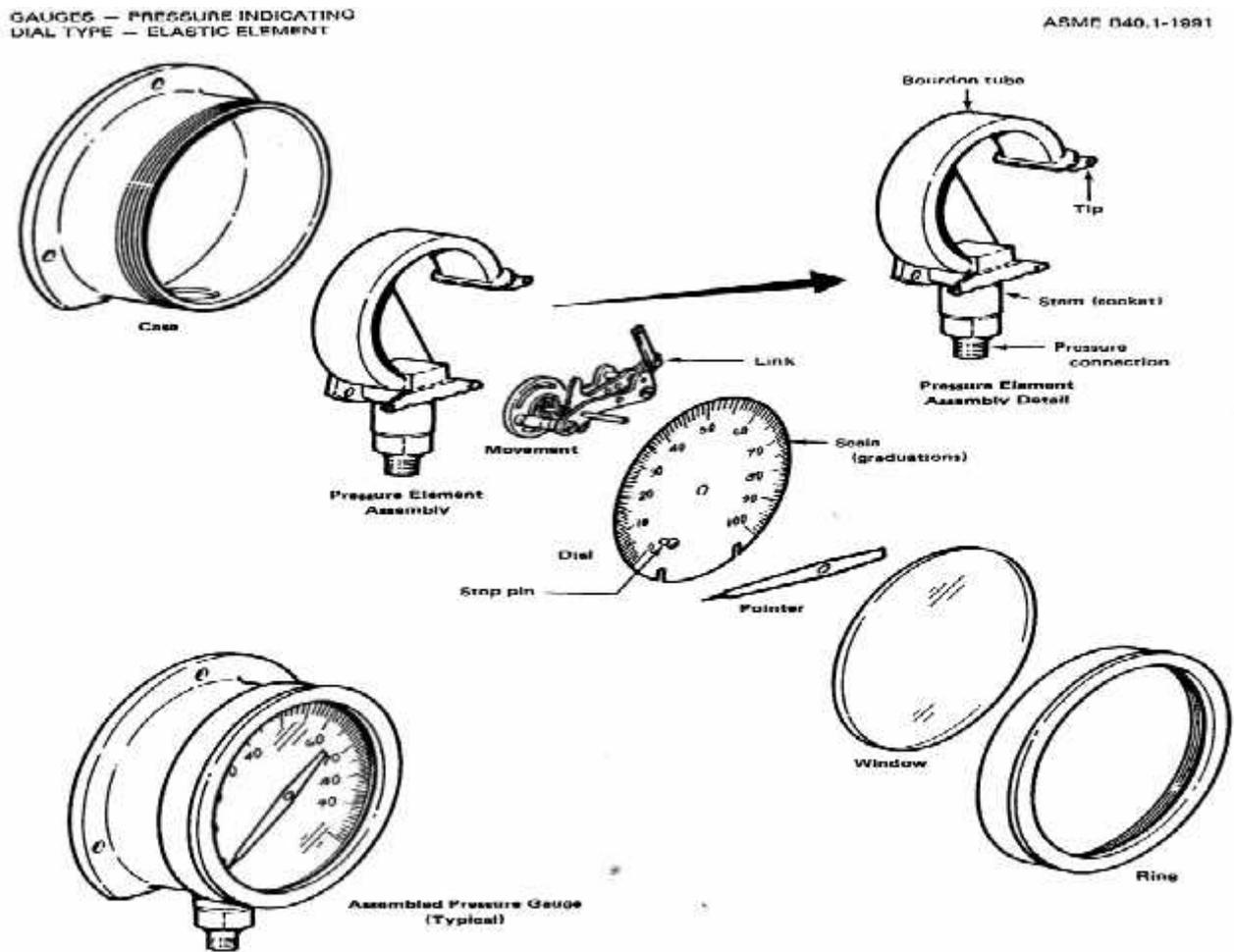


FIG. 2 PRESSURE GAUGE COMPONENTS (C TYPE BOURDON ILLUSTRATED)

Gambar 3.1. Pressure Gauge

b. Tacho Meter

Tacho Meter adalah sebuah alat pengujian yang didesain untuk mengukur kecepatan rotasi dari sebuah objek. Kegunaan tachometer atau juga dikenal dengan RPM digunakan untuk mengukur putaran mesin khususnya jumlah putaran yang dilakukan oleh sebuah poros dalam satu satuan waktu. Cara Menggunakan/Mengukur Tacho Meter :

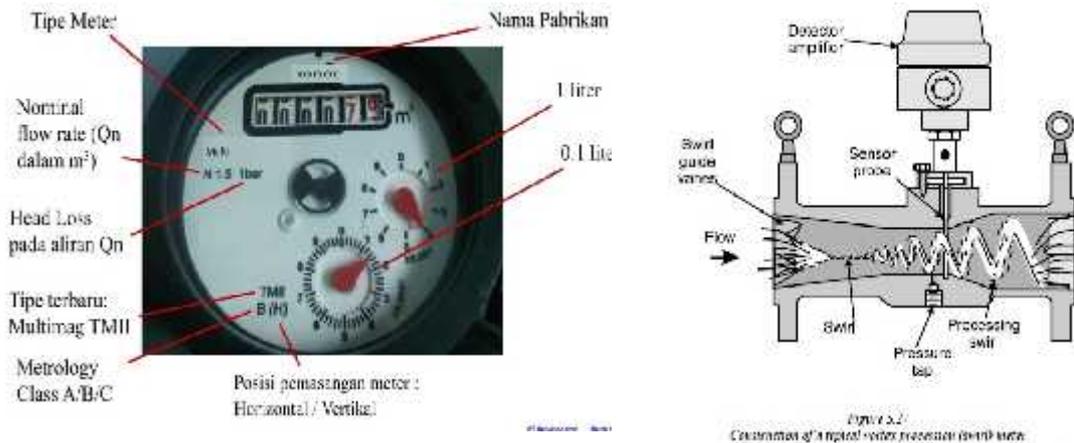
1. Tekan tombol “mode” pada jam tangan Anda hingga Anda berada dalam mode chronograph. Setelah itu, jarum detik pada jam Anda akan berhenti bergerak ketika mencapai jam 12.
2. Pilih titik penentu di mana Anda ingin memulai pengukuran kecepatan Anda. Ketika Anda melewati tanda ini, tekan tombol set untuk memulai fungsi chronograph tersebut. Jarum detik akan melanjutkan searah jarum jam di sekitar wajah.
3. Lihat jarum detik jam tangan Anda. Tentukan dimana posisinya menunjuk pada dial tachometer. Jumlah ini merupakan kecepatan di mana Anda bepergian dalam satuan per jam.
4. Mengukur benda yang bergerak lebih lambat dapat menyebabkan pembacaan dan penunjukkan **tachometer** secara terbagi.
5. Lakukan hal yang sama untuk objek yang bergerak terlalu cepat pada tachometer, melainkan kali ini kalikan hasil Anda, tidak membaginya. Kenaikan terkecil yang dapat tercatat secara umum adalah 7,5 detik.



Gambar 3.2. Tacho Meter

c. Flow Meter

Flow Meter adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengetahui adanya suatu aliran material (liquid, gas, powder) dalam suatu jalur aliran, dengan segala aspek aliran itu sendiri, yang meliputi kecepatan aliran atau flow rate dan total massa atau volume dari material yang mengalir dalam jangka waktu tertentu atau sering disebut dengan istilah totalizer.



Gambar 3.3. Flow Meter

3.2.2. Rancangan Bahan Pengujian

Adapun bahan – bahan yang akan diadakan dalam perancangan ini adalah :

1. Pipa Paralon PVC

Pipa adalah urat nadinya sebuah instalasi air bersih, karena dengan adanya pipa air mengalir ke arah titik-titik kran yang biasa kita pakai untuk mandi, cuci muka, cuci tangan dan aktifitas lainnya. Salah satu jenis material bangunan ini berfungsi menyalurkan air ke dalam rumah untuk mencuci pakaian, piring ataupun menyiram tanaman. Pipa paralon atau pvc juga biasa digunakan untuk talang hujan yang bertugas untuk mengarahkan air hujan dan mengalirkannya ke saluran air. Di toko material bangunan ada banyak jenis pipa air. Namun secara garis besar pipa dibagi menjadi dua, yakni pipa plastik dan pipa logam. Pipa PVC merupakan jenis pipa plastik yang digunakan untuk saluran air bertekanan tinggi.

Pipa ini dirancang untuk menyalurkan air dingin. Bila digunakan untuk air panas bisa menyebabkan pipa air pecah. Umumnya pipa air PVC berwarna putih, namun juga

bisa ditemui pipa PVC yang berwarna abu-abu. Pipa CPVC lebih fleksibel dengan dinding-dinding sebab memiliki ukuran yang lebih tipis dari pipa PVC.

2. Elbow / Keni

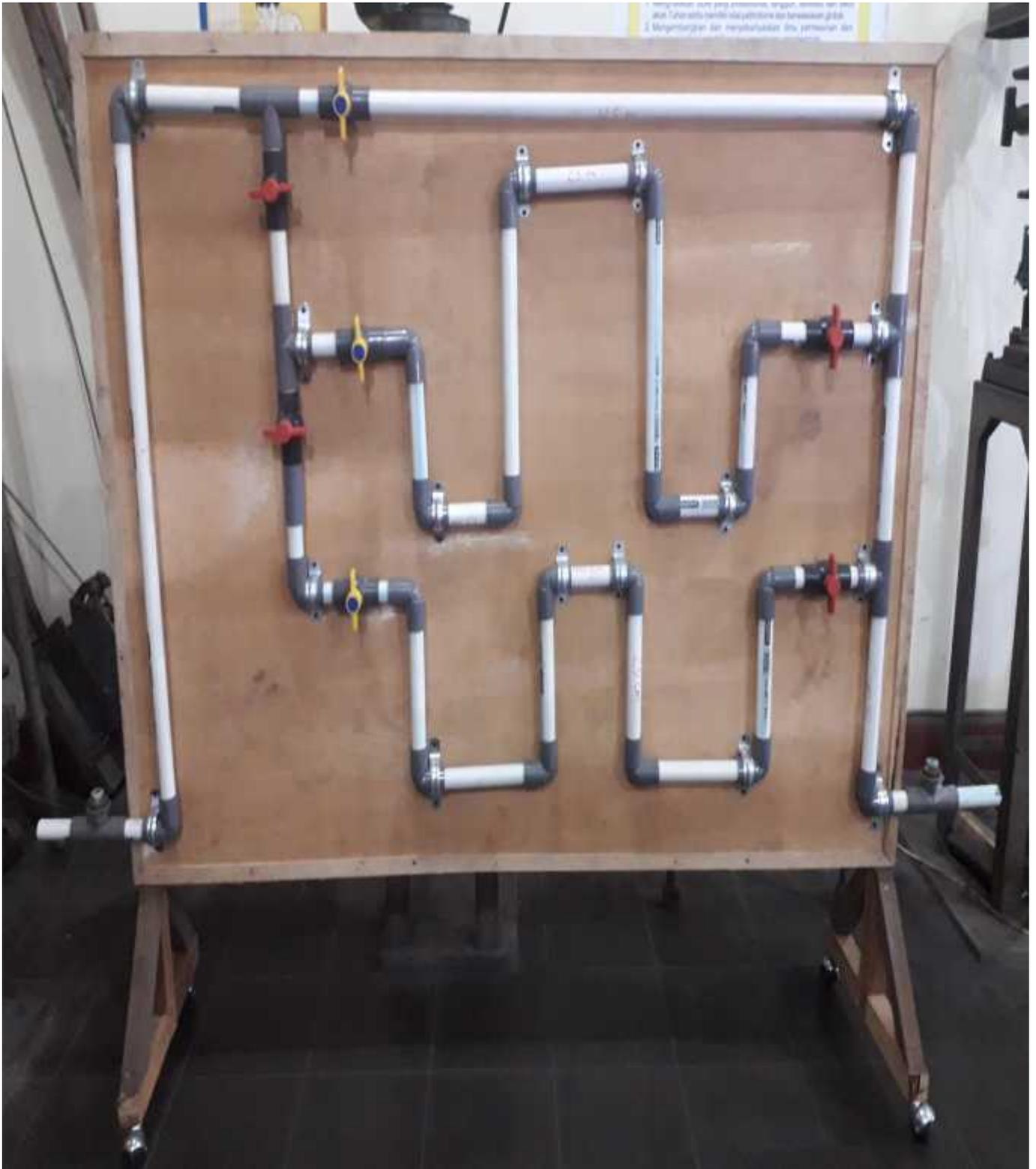
Sebuah pipa elbow adalah jenis pipa yang membungkuk pada sudut atau kurva untuk memungkinkan pipa menjadi lurus sehingga memudahkan bergabung pada sudut. Pipa siku dapat dibuat dari berbagai bahan, dari kuningan atau besi cor untuk PVC atau plastik, dan mereka sering threaded untuk memungkinkan pipa lain yang akan bergabung dengan mereka. Fitting sudut ini sering digunakan dalam aplikasi pipa, tetapi mereka dapat digunakan untuk aplikasi lain juga.

3. Stop Kran PVC / Ball Valve

Jenis Fitting ini banyak sekali terpasang di instalasi plumbing, terutama di instalasi dekat area Toren dan pompa pendorong. Fungsi stop kran biasanya sebagai valve penutup aliran yang sewaktu waktu kita gunakan saat maintenance perbaikan pipa yang rusak/bocor sehingga air toren tidak kosong ataupun digunakan untuk valve pada instalasi bypass untuk mengalihkan aliran dari masuk ke toren menjadi langsung ke instalasi pipa.

4. Pompa

Pompa merupakan elemen yang berfungsi untuk menyerap sekaligus mendorong fluida yang terdapat pada sistem pendinginan sehingga dapat bersikulasi padamesin. Semakin besar daya watt pompa yang kita pakai justru semakin bermanfaat bagi kebersihan instalasi pipa maka semakin tinggi daya pompa maka semakin tinggi pula head pompa. akibatnya semakin tinggi pula titik mati pressure switchnya akibat semakin tinggi tekanan air yang dihasilkan pompa. sehingga endapan deposit unsur mineral yang belum menempel kuat pada dinding permukaan dalam pipa akan ikut tertarik keluar bersamaan fluida yang keluar dari kran.



Gambar 3.4. Perangkat Alat Uji

3.3. Time Schedule

NO.	Aktivitas	Tahun 2018																			
		Maret				April				Mei				Juni				Juli			
		1	2	3		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Penyusunan proporsal	■	■	■																	
2.	Pemesanan Alat				■	■															
3.	Perancangan Alat Rangkaian Fluida					■	■	■													
4.	Seminar Proporsal								■												
5.	Pengujian Alat Rangkaian Fluida									■	■										
6.	Analisa Data dan Kesimpulan											■	■	■	■						
7.	Seminar Draft dan Perbaikan															■	■	■			
8.	Sidang Meja Hijau																		■	■	

3.4. Prosedur Pengujian

Selama pengujian, temperatur laboratorium 27°C (Temperatur kamar). Motor penggerak pompa juga dioperasikan pada putaran konstan. Prosedur pengujian ini adalah sebagai berikut:

- Memasukkan air ke dalam tangki penampung, kemudian memompanya dalam kondisi kedua katup terbuka 100%, sehingga air mengalir melalui sistem aliran.
- Setelah aliran bersirkulasi selama 5 menit dimana katup tekan terbuka penuh, dilakukan pengukuran pada tekanan suction dan tekanan discharge, debit aliran, ketinggian permukaan air antara sisi isap dan sisi keluar pompa, kecepatan putaran pada poros pompa, besar gaya pembebanan pada poros pompa, besar voltase dan arus listrik yang masuk pada motor.
- Mengulangi prosedur ke-2 untuk tiap variasi bukaan katup dengan cara mengatur bukaan katup tekan. Variasi bukaan katup selanjutnya adalah 75%, 50%, 25%.