

Analisis Perancangan Pompa Sentrifugal pada Perancangan *Shower Tester Booth* di PT X

Gatot Rangatama¹, Hadi Pranoto²

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana Jakarta

²Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana Jakarta

E-mail: rangatamagatot@gmail.com

ABSTRAK

Pompa merupakan suatu mesin yang berfungsi untuk memindahkan fluida dengan cara merubah energi mekanis menjadi energi fluida dan tekanan, lalu mengangkut fluida melalui sistem perpipaan, pompa sentrifugal digunakan sebagai pengoperasian *shower tester booth*, *shower test* merupakan salah satu proses dalam industri otomotif sebagai syarat kendaraan layak di pasaran, karena sesuai dengan namanya, *shower test* adalah *test* untuk melihat ketahanan kendaraan terhadap terpaan air karena pada saat mobil telah berada di tangan konsumen akan digunakan di berbagai kondisi cuaca, termasuk hujan yang lebat. Tekanan yang digunakan sebesar 275790 Pa, dengan ketinggian total (H_{total}) 4253.7 m²/s², debit (Q) sebesar 8 l/s serta putaran pompa (n) 1502 rpm. Menghasilkan efisiensi 24.6%

Kata kunci : Shower tester booth, Head (H), Putaran pompa (n), dan Debit (Q).

ABSTRACT

Pump is machine that has a function to move fluid by changing the mechanical energy into fluid energy and pressure, and then transporting fluid through a piping system, centrifugal pump is used as a shower tester booth. Shower test is one of the processes in the automotive industry to produce a decent vehicle on the market. as the name implies, shower test is a test to see the vehicle's resistance to water exposure because when the car has arrived at the consumer it will be used in every needs, including heavy rain. The pressure is 275790 Pa, with Head total (H total) 4253.7 m² / s², discharge (Q) of 8 l / s and pump rotation (n) 1502 rpm. Produces 24.6% efficiency.

Keywords : Shower tester booth, Head (H), Pump rotation (n), and Debit (Q)

A. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi dan persaingan menjadikan produsen membuat langkah-langkah ketat untuk memastikan produksi mobil dan bus berkualitas tinggi melalui pengujian yang kuat. Setiap unit harus melewati uji keamanan dengan standar tinggi termasuk *shower tester*. Penggunaan energi yang sangat besar pada saat ini menyebabkan kebutuhan akan ketersediaan energi semakin meningkat. Pompa sentrifugal digunakan sebagai turbin air jenis *impuls* dengan cara membalik putarannya [1] Penggunaan pompa sentrifugal sebagai *shower* memiliki kelebihan diantaranya lebih praktis, murah, mudah di dapatkan di pasaran dan mudah dalam perawatannya. [2]

1.1. PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijabarkan tersebut, maka penulis merumuskan permasalahan yang menjadi objek penelitian pada jurnal ini adalah :

1. Bagaimana membuat *shower tester booth* dari pompa *sentrifugal* yang sederhana?
2. Bagaimana daya dan juga efisiensi yang dihasilkan dari pompa sentrifugal yang difungsikan sebagai *shower tester booth*?
3. Bagaimana terkait perhitungan *head* (H) dan debit (Q) ?

1.2. BATASAN MASALAH

Adapun batasan masalah yang dikaji penulis dalam menulis jurnal ini adalah:

1. Pompa yang digunakan yaitu pompa sentrifugal tipe impeller open fluid.
2. Menghitung daya poros yang dihasilkan serta efisiensinya.
3. menghitung *head* (H), dan debit (Q).

TUJUAN

Adapun tujuan dari penulisan jurnal ini adalah untuk menjelaskan:

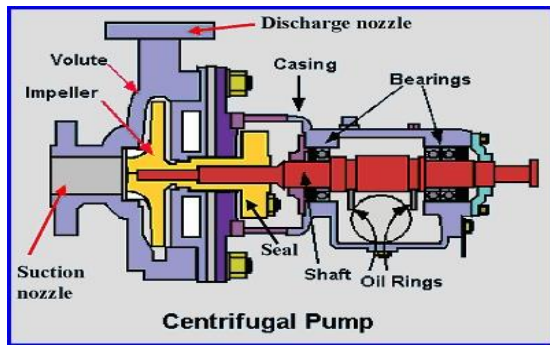
1. Sebagai studi awal perancangan *Shower Tester Booth* di PT.X.
2. Mencari daya dan efisiensi yang dihasilkan dari pompa sentrifugal yang difungsikan sebagai *Shower Tester Booth*.
3. Untuk mengetahui perhitungan dari *head* (H), dan debit (Q).

B. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. POMPA SENTRIFUGAL

Pompa adalah salah satu dari mesin fluida yang termasuk kedalam golongan mesin kerja. [3] salah satu jenis dari pompa yaitu pompa sentrifugal, Pompa Sentrifugal atau *centrifugal pumps* adalah pompa yang mempunyai elemen utama yaitu berupa motor penggerak dengan impeller yang berputar dengan kecepatan tinggi. Pompa bekerja dengan cara mengubah energi mekanis menjadi energi kinetis, kemudian fluida diarahkan ke saluran buang dengan memakai tekanan (energi kinetis sebagian fluida diubah menjadi energi tekanan) dengan menggunakan impeller yang berputar di dalam *casing*. *Casing* tersebut disambungkan dengan saluran hisap (*suction*) dan saluran tekan (*discharge*), untuk menjaga agar di dalam casing selalu terisi dengan cairan sehingga saluran hisap harus dilengkapi dengan katup kaki (*foot valve*). [4] Kelebihan pompa sentrifugal adalah memiliki efisiensi tinggi, pengoperasiannya yang mudah, konstruksi sederhana, dan harga yang relatif lebih rendah. , Pompa sentrifugal telah banyak digunakan di berbagai macam industri seperti minyak dan gas, pertanian, kimia, dan sektor – sektor lainnya [5] umumnya pompa ini tersusun atas beberapa bagian penting yaitu:

1. *Casing*
2. *Impeller*
3. *Shaft*/Poros
4. *Bearing*/Bantalan
5. *Kopling*
6. *Packing & Seal*
7. Sistem Lubrikasi



Gambar 2.1 Bagian – Bagian pompa sentrifugal

2.2. SHOWER TESTER BOOTH

Shower test merupakan salah satu proses dalam industri otomotif sebagai syarat kendaraan layak di pasaran, karena sesuai dengan namanya shower test adalah test untuk melihat ketahanan kendaraan terhadap terpaan air karena pada saat mobil telah berada di tangan konsumen akan digunakan di berbagai kondisi cuaca, termasuk hujan yang lebat. Prinsip kerja *shower tester* sama dengan tempat pencucian mobil otomatis, yang berbeda adalah dari segi tekanan¹⁾ airnya yang lebih tinggi karena bertujuan untuk melakukan *test* ketahanan setiap komponen, terutama test kebocoran. Shower Test dilakukan untuk setiap kendaraan baik sebelum pengecatan (untuk pemeriksaan kebocoran atap), dan setelah pengecatan dan pemasangan window frames, kaca dan pintu, untuk memeriksa semua kebocoran. [6] kebocoran air ke dalam kendaraan adalah salah satu masalah terbesar dan ketidakpuasan pelanggan yang dihadapi industri otomotif saat ini. Untuk mengatasi masalah ini, produsen telah menerapkan berbagai desain, teknik, pengembangan^{2.)} pengujian, pembuatan, dan fasilitas dan prosedur untuk menjaga kendaraan agar tidak bocor dan untuk mencegah kendaraan bocor agar tidak sampai ke pelanggan. Berbagai masalah akibat kebocoran diantaranya yaitu air mempengaruhi bagian elektronik dan dapat menyebabkan

kerusakan permanen, juga kebocoran di dalam kendaraan terjadi karena sambungan yang tidak benar yang menunjukkan kualitas kendaraan dan menyebabkan ketidaknyamanan bagi konsumen. [7] Shower test memeriksa celah body kendaraan seperti front glass, tailgate glass, dan penutupan komponen eksterior lainnya karena kemampuannya melindungi dari air hujan, percikan jalan, salju dan lumpur, dan air eksterior lainnya untuk memasuki bagian dalam kendaraan. Interior kendaraan diperiksa apakah ada tanda-tanda kelembaban dan air. Untuk melakukan pemeriksaan kebocoran, langit-langit interior dan panel samping dilepas, dan pintu akses dibuka. Jika ada kelembaban atau air terdeteksi, maka sumber kebocoran akan ditemukan dan diperbaiki oleh pabrikan, dan kendaraan akan diuji lagi. [8]

2.2.1. Head (H)

1. Head total pompa

Tekanan statis fluida p (kg/ms^2), kecepatan V (m/s) dan ketinggian z (m) diukur dari bidang referensi. Fluida tersebut memiliki *head* total H (dalam m^2/s^2) yang dinyatakan sebagai berikut :

$$H = \frac{p}{\rho} + \frac{v^2}{2} + g \quad (2.1)$$

Dimana :

g = Percepatan gravitasi ($9,81 \text{ m/s}^2$)

ρ = Massa zat cair per satuan volume (kg/m^3)

2. Kerugian *head* dalam jalur pipa

Dalam aliran melalui pipa kerugian juga akan terjadi jika ukuran dari pipa, bentuk dari penampang, atau arah aliran berubah. Kerugian yang seperti ini dapat secara umum dinyatakan dengan rumus:

$$h_f = f \frac{v^2}{2} \dots \dots \dots (2.2)$$

dimana :

- h_f = lose head (m²/s²)
- f = Koefisien kerugian
- v = Kecepatan rata-rata dalam pipa (m/s)
- g = Percepatan gravitasi (9.81 m/s²)

3. Sambungan Bersudut (*Elbow*)

Hambatan yang terjadi karena adanya belokan pada pipa biasanya terjadi pada sudut 45° – 90°. Nilai koefisien bergantung pada jenis *elbow* dan juga sudut belokan yang terjadi. Nilai kerugian yang terjadi pada *elbow* dapat dirumuskan dengan:

$$h_{lm} = f \frac{le}{d} x \frac{v^2}{2} \dots \dots \dots (2.3)$$

4. Pengecilan penampang pipa

Kerugian *head* untuk pengecilan mendadak dapat dinyatakan dengan rumus:

$$h_f = f \frac{v_2^2}{2} (2.4)$$

2.2.2. Menghitung kinerja pompa

Daya piston pompa (Ps) yaitu daya Hp yang dikirimkan ke piston pompa, dan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$(P_s) = T \times \omega \dots \dots \dots (2.5)$$

Daya hidrolik merupakan daya yang dikeluarkan pompa untuk menggerakkan air. Daya ini dapat dihitung dengan rumus :

$$(P_H) = Q \times \rho \times H \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana :

- T = *Torque* (Nm)
- ω = Kecepatan putaran (rad/s)

Q = Debit (m³/s)

H = *Head* pompa (m)

ρ = Massa jenis fluida (kg/m³)

2.2.3. Efisiensi pompa

Definisi dari efisiensi yaitu sebagai perbandingan antara output dan input atau perbandingan antara daya hidrolik pompa dengan daya poros pompa.

$$\eta_p = \frac{P_H}{P_s} \times 100\% \dots \dots \dots (2.7)$$

dimana :

η_p : Efisiensi pompa

2.2.4. Putaran spesifik

Putaran spesifik merupakan besaran tak berdimensi yang digunakan sebagai acuan untuk menentukan jenis dari *impeller* pompa.

$$n_s = \frac{n \sqrt{Q}}{H^{\frac{3}{4}}} \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana :

- n = Putaran pompa (rpm)
- H = *Head* pompa (m²/s²)
- Q = Kapasitas aliran (m³/s)

2.2.5. Bilangan Reynolds

Ciri – ciri aliran fluida dapat digambarkan dengan bilangan Reynolds (Re) dan dapat di definisikan sebagai berikut

$$Re = \frac{v D}{\nu} \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana :

- ν = Kinematik Viskositas (m²/s)
- D = Diameter dalam pipa (m)

V = Rata-rata Kecepatan aliran (m/s^2)

Jika viskositas zat cair yang mengalir dinyatakan sebagai viskositas tetap (μ), maka nilai viskositas kinematiknya (ν) dapat diperoleh dari korelasi

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

Dimana :

μ = Viskositas tetap zat cair ($kg/m.s$)

(1 $kg/m.s$ = 10 poise)

ρ = Massa jenis zat cair (kg/m^3)

Hubungan antara bilangan Reynolds dengan aliran fluida dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Jika $Re < 2000$ maka alirannya laminar.
- 2) Jika $2000 < Re < 4000$ maka alirannya transisi.
- 3) Jika $4000 < Re$ maka alirannya turbulen.

C. METODE PENELITIAN

3.1. Peralatan dan Bahan

Alat – alat yang digunakan untuk mengukur dalam pengambilan data ini adalah pompa, flow meter, *tachometer*, dan *stopwatch*.

- Pompa

Sebuah pompa sentrifugal yang di alihfungsikan sebagai *Shower Tester*. Dengan *name plate* sebagai berikut:

Tabel 3.1 Name Plate Pompa Model EBARA PUMP 125 x 100 FSKA

NO	Kondisi Batas	Keterangan
1	Tegangan	220 V
2	Frekuensi	50 Hz
3	Daya Keluaran	15 kW
4	Head total	60 m
5	Laju Aliran	75ℓ/min

- *Tachometer*

untuk mengukur kecepatan putar motor, digunakan *Tachometer* dengan satuan rpm. *Tachometer* yang digunakan adalah *tachometer laser*.

- *Flowmeter*

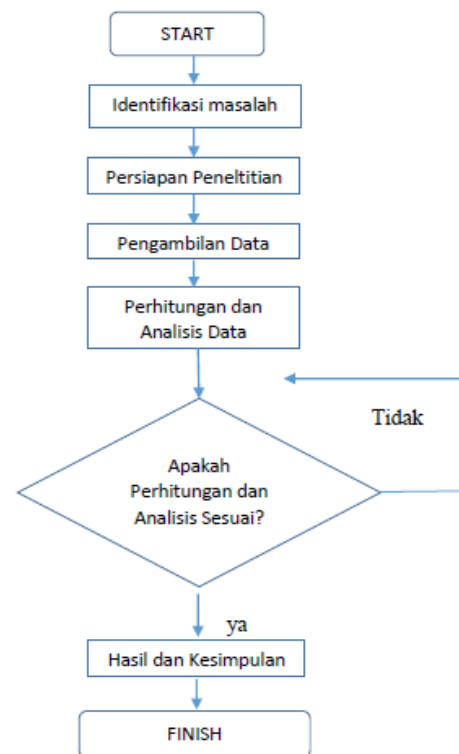
flowmeter yang sudah terpasang pada instalasi alat uji pompa digunakan untuk mengukur debit air . *Flowmeter* yang digunakan membaca dengan satuan ℓ/min

- *Stopwatch*

Pengukuran waktu menggunakan *stopwatch*. *Stopwatch* yang digunakan membaca dengan satuan detik.

3.2. Diagram Flow Chart

Diagram 3.1 Flow Chart Penelitian



D. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada proses pengujian pompa sentrifugal, berikut ini penulis akan menjelaskan cara kerjanya.

1. Air di penampung dihisap naik oleh pompa sirkulasi melalui pipa berukuran 5 inch sepanjang 3.5 m.

2. Air keluar dari pompa sirkulasi melalui pipa berukuran 5 inch dengan tekanan 40 psi yang selanjutnya di *reducer* ke pipa 4 inch.
3. Air mengalir di dalam pipa berukuran 5 inch dengan debit 8 l/s menuju pompa sentrifugal

$$V_1 = \frac{Q}{A_1} = \frac{0.008 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{\pi}{4} D_1^2} = \frac{0.008 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{\pi}{4} (1.27\text{m})^2} = 8.02 \text{ m/s}$$

Tabel 3.1 Putaran Mekanik Pompa

Waktu (min)	Putaran Mekanik Pompa (RPM)
5	1490
10	1505
15	1500
20	1500
25	1510
30	1495
35	1510
40	1505
45	1495
50	1515
55	1495
60	1510

Putaran mekanik pada pompa (rpm) rata-rata adalah 1502.5.

4.1. Analisis Hasil Pengujian

4.1.1. Menghitung *losses* yang terjadi pada sistem pemipaan

a. Bagian *suction*

a) komponen-komponen yang digunakan pada bagian *suction* adalah:

- Pipa PVC berukuran \varnothing 5 inch dengan panjang 3.5 meter.
- *Elbow* 90° berukuran \varnothing 5 inch sebanyak 1 buah.

1) Perhitungan *Head losses* pada pipa berukuran \varnothing 5 inch

$D_1 =$ pipa PVC 5 inch = 127 mm = 1.27 m

$L =$ 3.5 m

$Q =$ 0.008 m³/s

$v =$ 1.004 10⁻⁶ m²/s

Kecepatan fluida di dalam pipa (V_1) dapat dicari dengan rumus

Bilangan Reynolds nya

$$Re = \frac{V_1 D_1}{\nu} = \frac{8.02 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 1.27 \text{ m}}{1.004 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}} = 10.145$$

dikarenakan bilangan reynolds yang didapat adalah $Re > 4000$. Maka dapat dicari koefisien gesek : $\epsilon = 0.05 \text{ mm} = 0.00005 \text{ m}$ (untuk pipa PVC).

Nilai kekasaran permukaan relatif pipa yaitu :

$$\frac{\epsilon}{D_1} = \frac{0.00005 \text{ m}}{1.27 \text{ m}} = 0.004$$

Dari kedua nilai tersebut, maka akan didapat koefisien pipa (f_f) sebesar 0.022. Sehingga nilai *head losses* berdasarkan persamaan Darcy-Weisbach adalah :

$$Hf_1 = f_f x V_1^2 = 0.022 \times \frac{(8.02 \text{ m/s})^2}{2} = 1462 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

2) Perhitungan *head losses elbow* 90° \varnothing 5 inch Nilai ekuivalen length digunakan dalam perhitungan *elbow* 90° dimana untuk standar *elbow* 90° L_e/D adalah 30, maka :

$$H_{lm} = f \frac{L_e}{d} x \frac{v_1^2}{2} = 0.022 \times (30) x \frac{(8.02 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2} = 43854,8 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

b. Bagian *discharge*

komponen – komponen yang digunakan dalam bagian *discharge* yaitu:

- *Reducer* dari ukuran \varnothing 5 inch ke \varnothing 4 inch sebanyak 1 buah
- Pipa PVC berukuran \varnothing 4 inch dengan panjang 9.6 meter.
- *Elbow* 90° berukuran \varnothing 4 inch sebanyak 2 buah.

1) Pehitungan *reducer* dari \varnothing 5 inch ke \varnothing 4 inch

$$\left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2 = \left(\frac{114.7 \text{ mm}}{140.9 \text{ mm}}\right)^2 = \left(\frac{1.14 \text{ m}}{1.4 \text{ m}}\right)^2 = 1.6$$

- 2) 2) Perhitungan *head losses* pipa PVC berukuran 4 inch

$D_2 =$ pipa PVC 4 inch = 114.7 mm = 1.14 m

$L = 9.6$ m

$Q = 0.008$ m³/s

$v = 1.004 \times 10^{-6}$ m²/s

Kecepatan dari fluida didalam pipa (V_2) bisa didapat dengan rumus sebagai berikut:

$$V_2 = \frac{Q}{A_2} = \frac{0.008 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{\pi}{4} D_2^2} = \frac{0.008 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{\pi}{4} (1.14\text{m})^2} = 0.007 \text{ m/s}$$

Bilangan Reynoldnya

$$Re = \frac{V_2 D_2}{v} = \frac{0.007 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 1.14 \text{ m}}{1.004 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}} = 7.948$$

Dikarenakan bilangan reynolds yang didapat adalah $Re > 4000$. Maka dapat dicari koefisien gesek :

$\epsilon = 0.05$ mm = 0.00005 m (untuk pipa PVC).

Nilai kekasaran permukaan relatif pipa adalah :

$$\frac{\epsilon}{D_2} = \frac{0.00005 \text{ m}}{1.14 \text{ m}} = 0.00438$$

Dari kedua nilai tersebut, maka di dapat koefisien pipa (f_2) sebesar 0.027. Sehingga nilai *head losses* berdasarkan persamaan Darcy-Weisbach adalah :

$$Hf_2 = f_2 \times \frac{v_2^2}{2} = 0.027 \times \frac{(0.007 \text{ m/s})^2}{2} = 0.0000066 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

- 3) Perhitungan *head losses elbow* 90° ϕ 4 inch nilai ekivalen length digunakan dalam perhitungan *elbow* 90°, dimana untuk standar *elbow* 90° L_e/D adalah 30, maka:

$$H_{lm} = f \frac{L_e}{d} \cdot \frac{v_2^2}{2} = 0.027 \cdot (30) \frac{(0.007 \text{ m/s})^2}{2} = 0.000019 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

$$H_{lm} = 0.00002 \text{ m}^2/\text{s}^2 \times 2 = 0.00004 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

$H_i \text{ total} = H_i \text{ Suction} + H_i \text{ Discharge}$

$$= (1462 + 0.007 + 1.6 + 0.000006 + 0.00004) \text{ m}^2/\text{s}^2 = 1463.6 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

4.1.2. Menghitung Head (H)

a) *Head (H)* tekanan

$$H = \frac{\Delta P}{\rho}$$

$P_{in} = 40$ psi atau setara dengan 275790 Pa

$\rho_{air} = 1000$ kg/m³

$$H = \frac{275790 \frac{\text{kg}}{\text{ms}^2}}{100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$$

$$H = 2757.9 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \sim 2758 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

b) *Head (H)*

kecepatan

$$H = \frac{(v_2^2 - v_1^2)}{2} = \frac{(8.02)^2 - (0.007)^2}{2} = 32.16 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

Jadi $H_{total} = \frac{\Delta P}{\rho} + H_{losses} + \frac{(v_2^2 - v_1^2)}{2}$

$$= (2758 + 1463.6 + 32.16) \text{ m}^2/\text{s}^2 = 4253.7 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

4.1.3. Menghitung daya keluaran dan efisiensi

Untuk dapat menghitung efisiensi diperlukan untuk mencari daya hidrolis (P_H) pada pompa sentrifugal kemudian dilanjutkan dengan mencari daya poros (P_S).

$(P_H) = Q \times \rho \times H$

$$= 0.008 \text{ m}^3/\text{s} \times 1000 \text{ kg/m}^3 \times 4253.7 \text{ m}^2/\text{s}^2 = 340.2 \text{ W}$$

$F =$ gaya sentrifugal (N) = 15 kg x 9.81 m/s² = 117.72 N

$D_{pompa} = 315$ mm = 0.315 m

$r_{pompa} = 157.5$ mm = 0.157 m

Torsi (T) = $F \times r = 117.72 \text{ N} \times 0.157 \text{ m} = 18.5 \text{ Nm}$

$\omega =$ kecepatan sudut angular (rad/s)

$$\omega = \frac{2 \pi n}{60} = \frac{2 \times 3.14 \times 1500}{60} = 157 \text{ rad/s}$$

$(P_s) = T \times \omega$

$$= 18.5 \text{ Nm} \times 157 \text{ rad/s} = 2904.5 \text{ W}$$

Efisiensi = $\frac{P_s}{P_H} \times 100\%$

$$= \frac{2904.5}{117.72} \times 100\% = 24.6 \%$$

2) Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu pompa sentrifugal dapat difungsikan sebagai *shower tester booth*, dengan ketentuan sebagai berikut:

Head (H)	: 4253.7 m ² /s ²
Debit (Q)	: 8 l/s
Putaran pompa (n)	: 1502 rpm
Tekanan (P)	: 275790 Pa
Daya Hidrolik (P_H)	: 340.2 W
Daya Poros (P_S)	: 424.1 W

1. *Shower tester booth* yang dibuat dengan menggunakan pompa sentrifugal dengan *impeller* tipe *open fluid* cukup mudah dalam instalasi perpipaan, dimana fungsi dari pompa sentrifugal tersebut dibalik. Dengan H_{total} 4253.7 m²/s² dan aliran air sebesar 8 l/s.
2. Daya hidrolik sebesar 340.2 W serta daya poros sebesar 424.1 W menciptakan efisiensi sebesar 24.6 %, dimana hal ini mampu untuk menggerakkan motor sinkron yang beralih fungsi sebagai *shower tester booth*.

5.1 Implikasi Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini memberikan implikasi akademis, praktis, dan implikasi manajerial sebagai berikut. Yaitu meningkatkan pemahaman bagi industri otomotif dalam penggunaan pompa sentrifugal sehingga daya yang dikeluarkan lebih efisiensi, dengan memperhatikan mekanisme perhitungan pada pompa sentrifugal yang diterapkan untuk pembuatan *shower tester booth*.

Daftar Pustaka

- [1] [1] Adi R. M. Arief, Gerits Dirk Soplanit, I Nyoman Gede. "Performansi Pompa Air DAB Type DB-125B" 1.1 (2013): 1–8.
- [2] Rafli, Deni, and Mulfi Hazwi. "Simulasi Numerik Penggunaan Pompa Sebagai Turbin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (Pltmh) Menggunakan

Perangkat Lunak Cfd Pada Pipa." *Jurnal e-Dinamis*, 8.4 (2014): 214–223.

- [3] Dudhe, Akshay Y, and Mahesh R Chopade. "Effects of Splitter Blades on Centrifugal Pump Performance - A Review" 7.7 (2017): 379–383.
- [4] Armila, "Pemanfaatan Pompa Centrifugal Untuk Mengoptimalkan Lahan Mati Menjadi Lahan Produktif" 1.1 (2018) 1-13.
- [5] Zhang, Yu et al. "Optimization and Analysis of Centrifugal Pump considering Fluid-Structure Interaction." *Scientific World Journal* 8.4 (2014): 1-10
- [6] Auto, Kamthe, and Agencies Pune. "Bus manufacturing process Special Technical Features in our Bus Body Construction" (2014).
- [7] Gautam A. Ghabade and K.H.Inamdar. "Rectification and Analysis of Water Intrusion in the Vehicle" *Mechanical Department* 4.2 (2013) 40-41.
- [8] Bts-II-rp--, Apta. "In-Plant Inspection for Bus Procurements" (2015).