PETUNJUK

PENGUJIAN TURBIN AIR FRANCIS

Praktikum Mesin Konversi Energi

Laboratorium Mesin-Mesin Fluida

BAB I
PENGUJIAN TURBIN AIR *FRANCIS*

1.1 Pendahuluan

Seiring dengan perkembang teknologi yang semakin maju, banyak diciptakan peralatan–peralatan yang inovatif serta tepat guna. Dalam bidang teknik mesin terutama pada konsentrasi konversi energi diperlukan pengetahuan tentang bagaimana menghasilkan suatu sumber energi yang nantinya akan berguna untuk masyarakat luas. Diantaranya adalah pemanfaatan aliran air yang dapat digunakan untuk menghasilkan tenaga listrik. Dan alat tersebut dapat berupa instalasi turbin khususnya turbin air. Turbin air memanfaatkan aliran air untuk menggerakkan poros yang biasanya dihubungkan dengan generator sehingga dapat menghasilkan energi listrik.

Turbin air francis merupakan jenis turbin yang paling sering digunakan karena turbin air francis dapat beroperasi pada *head* dan aliran sedang serta perkembangannya dalam dekade terakhir telah memberikan dampak yang besar dalam pengembangan aplikasi-aplikasi baru. Dengan dilaksanakannya praktikum turbin air francis ini diharapkan mahasiswa akan memiliki pengetahuan tentang mesin konversi energi yang dalam hal ini adalah turbin air.

1.2 Tujuan Pengujian

1. Praktikan mampu memahami hubungan antara kecepatan putaran turbin pada *head* konstan dengan daya yang dapat dibangkitkan turbin.
2. Praktikan mampu memahami hubungan antara kecepatan putaran turbin pada *head* konstan dengan efisiensi.
3. Praktikan mampu memahami hubungan antara kecepatan putaran turbin pada bukaan *guide vane* berbeda dengan efisiensi.
4. Praktikan mampu menganalisis hasil pengujian.

1.3 Teori

1.3.1 Perhitungan Spesifik untuk Turbin Francis GH. 63P

Hasil pengukuran yang didapatkan dari percobaan :

- Tekanan masuk turbin : ..... H_1 [m]
- Tekanan keluar turbin : ..... H_2 [m]
- Perbedaan tekanan pada *orifice plate* : ..... p_1 [mmHg]
- Ketinggian air pada V-*notch* : ..... p_2 [mm]
- Kecepatan putar turbin : ..... n [rpm]
- Gaya pengereman : ..... F [N]

Catatan:

- kalibrasi *pressure gauge* dalam bar

  1 bar = 10,336 mH_2O

1.3.2 Rumus Yang Digunakan

1. *Head drop* turbin (H)

   $H = H_2 - H_1$ [m]

   Catatan: perhitungan ini tidak mengabaikan perbedaan statik *head* antara kedua buah titik pengukuran.

2. Debit yang melalui *orifice plate* (Q) debit aliran air untuk turbin

   $Q = 3{,}521 \cdot \sqrt{\Delta p}$ [m^3/jam]

   Dimana: Δp tinggi kolom air raksa dalam satuan mmHg

3. Torsi (T)

   $T = F \cdot L$

   Dimana: F = gaya pengereman [N]

   L = panjang lengan gaya [m]

   = 0,248 m

4. *Brake Horse Power* (BHP)

   $BHP = \frac{2\pi.n.T}{60}$ [Watt]

   Dimana: n = kecepatan putar turbin [rpm]

5. *Water Horse Power* (WHP)

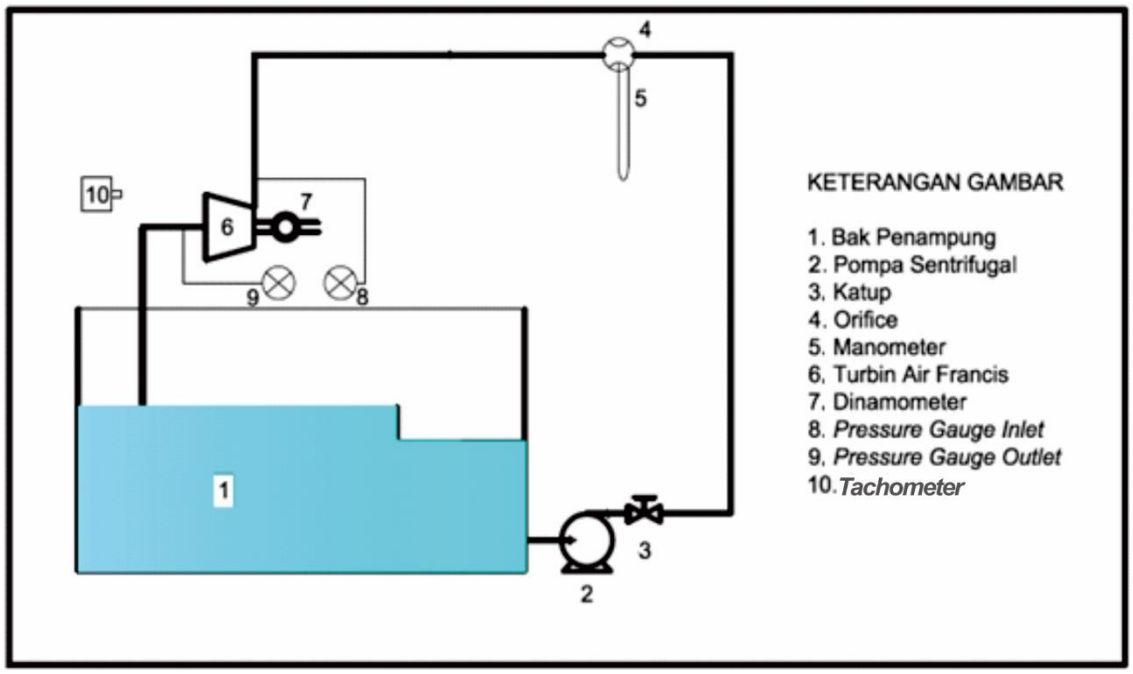
$$WHP = \frac{\gamma.Q.H}{3600} \text{ [Watt]}$$

Dimana: $\gamma = \rho_{water}.g$

g = percepatan gravitasi [m/s^2]

6. Efisiensi (η)

$$\eta = \frac{BHP}{WHP} \times 100\%$$



Gambar 1.1 Skema Instalasi Turbin *Francis*
Sumber: Laboratorium Mesin-Mesin Fluida (2015)

1.4 Perangkat Percobaan

Instalasi pengujian turbin air tipe *Francis* yang digunakan adalah sebuah perangkat yang kompak, karena dengan dimensinya yang relatif kecil dan dapat dipakai untuk beberapa tujuan percobaan

Juga dengan adanya beberapa bagian dari *draft tube turbine* yang terbuat dari material transparan sehingga praktikan dapat mengamati secara langsung aliran air yang ada, di mana hal ini tidak mungkin dilihat pada instalasi turbin air biasa.

Adapun perangkat tersebut terdiri dari :

1. Pompa air mampu mampat tipe sentrifugal dan motor listrik sebagai penggeraknya.
2. Pipa penyalur air yang menghubungkan pompa dan turbin, lengkap dengan *orifice plate* beserta pengukur tekanannya dan *stop valve*.
3. Turbin air tipe *Francis* beserta pengukur tekanannya yaitu pada bagian : Turbine inlet, Turbine discharge, beberapa titik pada *runner* serta pada *guide vane*.
4. *Brake torque force spring balance* beserta neraca pegas.
5. Bak penampung air yang dilengkapi dengan *v-notch* dan pengukur tinggi permukaan.
6. Pipa penyalur air yang menghubungkan bak penampung dengan pompa.
7. *Hand digital tachometer* untuk mengukur putaran poros turbin.
8. *Tachometer* untuk mengukur putaran poros pada turbin.

1.5 Langkah Percobaan

1. Pastikan semua instrumen pengukuran menunjukkan posisi 0 (nol), dan katup *discharge* dalam keadaan tertutup penuh
2. Atur bukaan *guide vane* sesuai dengan yang dikehendaki.
3. Hidupkan motor listrik penggerak pompa, kemudian buka katup *discharge* secara perlahan-lahan sampai pada head drop yang dikehendaki.
4. Pada *head drop* yang dikehendaki, catat besarnya putaran poros sebagai putaran maksimumnya, kemudian catat data dari semua instrumen pengukuran sebagai data pertama.
5. Kurangi putaran poros sebesar 10% dari putaran maksimumnya dengan cara menambah beban pengereman. Ambil data-data yang diperlukan antara lain:
   - Beda ketinggian kolom Hg pada *orificemeter*.
   - Gaya pengereman (F)
6. Ulangi langkah no. 5 sampai poros berhenti.
7. Setelah semua pengambilan data selesai dilakukan, atur kembali beban pengereman seperti kondisi awal.
8. Tutup katup *discharge* dan matikan motor listrik penggerak pompa.
9. Percobaan selesai.

PETUNJUK

PENGUJIAN POMPA SENTRIFUGAL

Praktikum Mesin Konversi Energi

Laboratorium Mesin-Mesin Fluida

BAB II
PENGUJIAN POMPA SENTRIFUGAL

2.1 Pendahuluan

Pompa adalah jenis mesin fluida yang berfungsi untuk memindahkan fluida melalui pipa dari suatu tempat ketempat lain. Spesifikasi pompa dinyatakan dengan jumlah fluida yang dapat dialirkan per satuan waktu dan tinggi energi angkat. Dalam menjalankan fungsinya tersebut, pompa mengubah energi gerak poros untuk menggerakkan sudu-sudu menjadi energi gerak kemudian menghasilkan fluida bertekanan.

Pada umumnya pompa digunakan untuk menaikkan fluida ke sebuah reservoir, irigasi, pengisi ketel, dan sebagainya. Sedang dalam pelaksanaan operasinya pompa dapat bekerja secara tunggal, seri, dan paralel. Yang kesemuanya tergantung pada kebutuhan serta peralatan yang ada.

Dalam perencanaan instalasi pompa, harus diketahui karakteristik pompa yang akan digunakan untuk mendapatkan sistem yang optimum. Untuk itu mahasiswa teknik mesin perlu malaksanakan praktikum yaitu untuk mendapatkan pengalaman pengujian karakteristik pompa.

2.2 Tujuan Pengujian

Adapun tujuan praktikum adalah untuk mendapatkan lengkung karakterisistik dari pengoperasian pompa tunggal, seri dan pararel yang diujikan sifat beberapa antara :

a. kapasitas terhadap head
b. kapasitas terhadap efisiensi
c. kapasitas terhadap daya

2.3 Teori

2.3.1 Pompa Tunggal

a. Head (H)

Head adalah tinggi energi angkat atau dapat dinyatakan sebagai energi diberikan pompa per satuan berat fluida yang dipompakan.

- ***Satuan*** : meter atau feet fluida

- ***Pengukuran***: dilakukan dengan mengukur beda tekanan antara pipa isap dan pipa buang pada pompa, untuk diameter isap dan tekan yang sama besar.
- ***Rumus***

$$H = \frac{Pd - Ps}{\gamma} \text{ (m)}$$

Pd = Tekanan buang dalam satuan (N/m^2)

Ps = Tekanan masuk dalam satuan (N/m^2)

$\gamma = \rho_{water} . g$ (N/m^3)

b. Kapasitas (Q)

Kapasitas adalah jumlah fluida yang dapat dialirkan pompa per satuan waktu

- ***Satuan*** : m^3/s, liter/s atau ft^3/s
- ***Diukur*** : dengan venturi meter
- ***Rumus*** $Q = \frac{0{,}189}{1000}\sqrt{h}$ (m^3/s)

Dimana: h = beda ketinggian kolom Hg manometer pada venturi meter (mm)

c. Putaran (n)

- Satuan : rpm
- Diukur : dengan menggunakan tachometer digital

d. Torsi

- ***Satuan*** : N.m
- ***Diukur*** : gaya diukur dengan dinamometer dikalikan lengan pengukur momen (L)
- ***Rumus***

T = F.L (N.m)

Dimana: F = Gaya pembebanan (N)

L = lengan momen = 0,179 (m)

e. Daya

❖ **<u>Daya poros (W_1)</u>**

- ***Rumus***

$$W_1 = F . \frac{n}{k} \text{ (Watt)}$$

Dimana: k = konstanta brake = 53,35

n = putaran (rpm)

❖ **Daya air (W_2)**

➢ ***Rumus***

$W_2 = (Pd - Ps).Q$ (Watt)

f. Efisiensi (η)

➢ ***Rumus***

$$\eta = \frac{W_2}{W_1} \times 100\%$$

2.3.2 Pompa Seri

a. Head (H)

➢ ***Rumus***

$$H_1 = \frac{Pd - Ps}{\gamma} \text{ (m)}$$

$$H_2 = \frac{Pd - Ps}{\gamma} \text{ (m)}$$

$H_{total} = H_1 + H_2$ (m)

b. Kapasitas (Q)

➢ ***Rumus***

$$Q = \frac{0{,}189}{1000}\sqrt{h} \quad (m^3/s)$$

Dimana:

$Q = Q_1 = Q_2$

h = beda ketinggian kolom Hg manometer pada venturi meter (mm)

c. Torsi

➢ ***Rumus***

$T_1 = F_1.L$ (N.m)

$T_2 = F_2.L$ (N.m)

$T_{total} = T_1 + T_2$

Dimana:

F = Gaya pembebanan (N)

L = lengan momen = 0,179 (m)

d. Daya

❖ **Daya poros (W_1)**

➢ ***Rumus***

$W_{1,1}$ = $F_1 . \frac{n}{k}$ (Watt)

$W_{1,2}$ = $F_2 . \frac{n}{k}$ (Watt)

$W_{1,total}$ = $W_{1,1}$ + $W_{1,2}$ (Watt)

Dimana:

k = konstanta brake = 53,35

n = putaran (rpm)

❖ **Daya air (W_2)**

➢ ***Rumus***

$W_{2,1}$ = (Pd_1 – Ps_1).Q (Watt)

$W_{2,2}$ = (Pd_2 – Ps_2).Q (Watt)

$W_{2,total}$ = $W_{2,1}$ + $W_{2,1}$ (Watt)

e. Efisiensi (η)

➢ ***Rumus***

$$\eta = \frac{W_{2,total}}{W_{1,total}} \times 100\%$$

2.3.3 Pompa Paralel

a. Head (H)

➢ ***Rumus***

$H_1 = \frac{Pd - Ps}{\gamma}$ (m)

$H_2 = \frac{Pd - Ps}{\gamma}$ (m)

$H_{total} = \frac{H_1 + H_2}{2}$ (m)

b. Kapasitas (Q)

➢ ***Rumus***

$$Q = \frac{0.189}{1000}\ \sqrt{h}\ \ (m^3/s)$$

$Q_{Total} = Q_1 + Q_2$

Q_1 = Q dilihat pada pengujian pompa tunggal

$Q_2 = Q_{Total} - Q_1$

Dimana: h = beda ketinggian kolom Hg manometer pada venturi meter (mm)

c. Torsi

➢ ***Rumus***

$T_1 = F_1.L$ (N.m)

$T_2 = F_2.L$ (N.m)

$T_{total} = T_1 + T_2$

Dimana: F = Gaya pembebanan (N)

L = lengan momen = 0,179 (m)

d. Daya

❖ **<u>Daya poros (W_1)</u>**

➢ ***Rumus***

$$W_{1,1} = F_1.\frac{n}{k}\ (Watt)$$

$$W_{1,2} = F_2.\frac{n}{k}\ (Watt)$$

$W_{1,total} = W_{1,1} + W_{1,2}$ (Watt)

Dimana: k = konstanta brake = 53,35

n = putaran (rpm)

❖ **<u>Daya air (W_2)</u>**

➢ ***Rumus***

○ ***Jika n sama***

$$W_{2,1} = (Pd_1 - Ps_1).\frac{Q}{2}\ (Watt)$$

$$W_{2,2} = (Pd_2 - Ps_2).\frac{Q}{2}\ (Watt)$$

$W_{2,total} = W_{2,1} + W_{2,1}$ (Watt)

- ***Jika n berbeda***

$W_{2,1} = (Pd_1 – Ps_1).\ Q_1$ (Watt)

$W_{2,2} = (Pd_2 – Ps_2).\ Q_2$ (Watt)

$W_{2,total} = W_{2,1} + W_{2,1}$ (Watt)

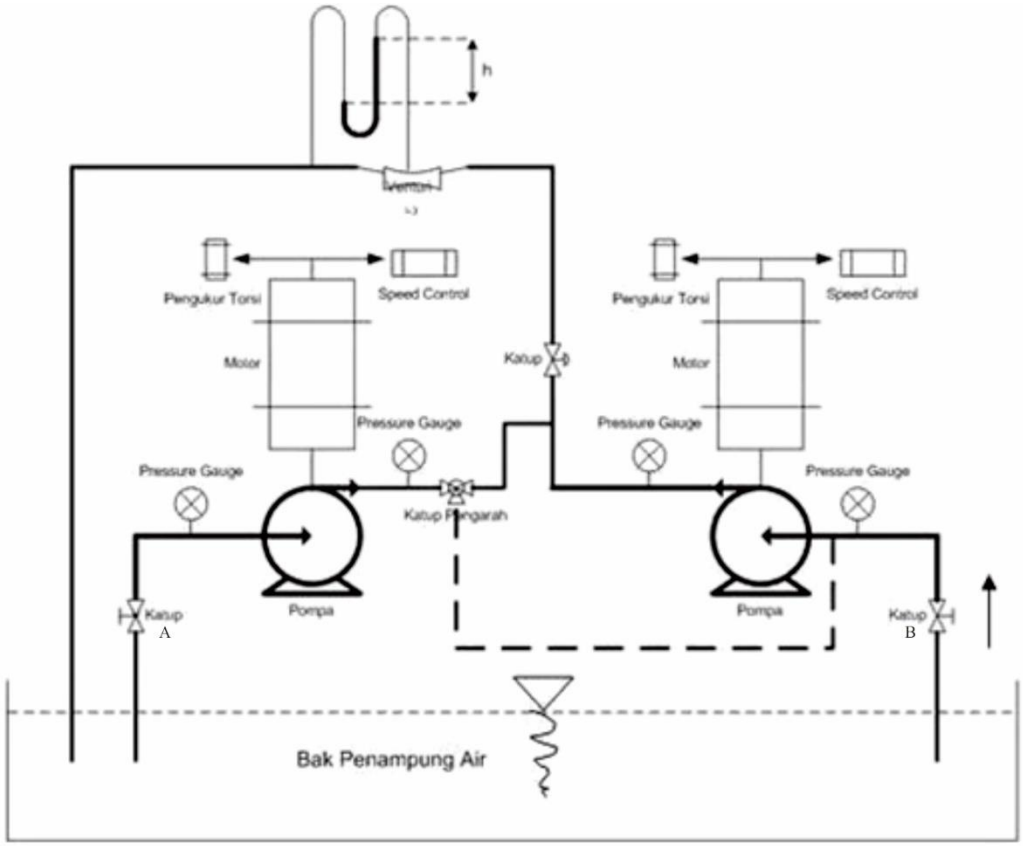
e. Efisiensi (η)

- ***Rumus***

$$\eta = \frac{W_{2,\text{total}}}{W_{1,total}} \times 100\%$$

2.4 Perangkat Percobaan

Instalasi pengujian ini terdiri dari 2 pompa sentifugal, yaitu pompa I (P_I) dan pompa II (P_{II}) yang masing-masing digerakkan oleh sebuah sebuah motor listik (M) yang dihubungkan dengan neraca pegas. Sebuah panel pengaturan putaran dan alat ukur manometer raksa dan manometer jenis bourdon melengkapi sistem uji ini. Jaringan pipa dilengkapi dengan 2 katup isap yaitu katup pompa I (A) & katup isap pompa II (B), sebuah katup pengatur aliran tunggal, seri, atau paralel (C), sebuah katup pengatur pengeluaran (D), serta sebuah venturi (V).



Gambar 2.1 Instalasi Pompa
Sumber: Laboratorium Mesin-Mesin Fluida

2.5 Langkah Percobaan

1. Periksa semua kedudukan alat ukur pada posisi yang benar.
2. Pastikan tangki terisi air.
3. Pastikan dinamometer dalam keadaan setimbang.
4. Katup A dibuka, katup B tertutup (pengujian pompa tunggal).
5. Pompa I dihidupkan.
6. Besar putaran diatur dengan penyetelan n (putaran). Jaga putaran tetap konstan.
7. Dalam keadaan katup buang tertutup catat semua data pada alat ukur.

   Data yang dicatat adalah :

a. Pompa tungggal
   - Tekanan masuk (Ps)
   - Tekanan buang (Pd)
   - Beda ketinggian kolom Hg pada venturimeter (h)
   - Gaya pembebanan (F)

b. Pompa seri
   - Tekanan masuk (Ps) pompa 1 dan 2
   - Tekanaan buang (Pd) pompa 1 dan 2
   - Beda ketinggian kolom Hg pada venturimeter (h)
   - Gaya pembebanan (F) pompa 1 dan 2

c. Pompa pararel
   - Tekanan masuk (Ps) pompa 1 dan 2
   - Tekanaan buang (Pd) pompa 1 dan 2
   - Beda ketinggian kolom Hg pada venturimeter (h)
   - Gaya pembebanan (F) pompa 1 dan 2

8. Ulangi langkah 7 dengan memutar katup buang 180^o,untuk tiap pengambilan data. Lakukan hingga terbuka penuh.
9. Untuk mengakhiri pengujian putar perlahan pengatur kecepatan putar pompa agar kecepatan melambat. Katup buang ditutup kembali. Matikan mesin.
10. Pada pengujian pompa seri katup C diubah kedudukannya 180^0 dan pompa II dihidupkan. Langkah 7-8 diulangi lagi.
11. Pada pengujian pompa paralel katup C diubah kedudukannya 180^0 (seperti kedudukan awal), katup B dibuka dan pompa II dihidupkan. Langkah 7-8 diulangi lagi.
12. Percobaan selesai

PETUNJUK

PENGUJIAN KOMPRESOR TORAK

Praktikum Mesin Konversi Energi

Laboratorium Mesin-Mesin Fluida

BAB III
PENGUJIAN KOMPRESOR TORAK

3.1 Pendahuluan

Kompresor adalah suatu peralatan teknik yang penting untuk dipelajari karena kompresor merupakan salah satu peralatan yang paling banyak digunakan di perindustrian, selain itu perkembangan teknologi kompresor semakin mengalami kemajuan dan kemajuan ini banyak melibatkan banyak pihak, salah satunya adalah mahasiswa. Sehingga diharapkan dengan dilakuannya praktikum kompresor, mahasiswa nantinya juga semakin ikut andil dalam kemajuan kompresor karena pentingnya kompresor di perindustrian. Dan juga terdapat banyak faktor yang mempengaruhi teknologi kompresor karena terdapat beberapa variabel yang mempengaruhi proses, diantaranya yaitu: laju aliran masukan fluida, tekanan, dan temperatur. Semua variabel tersebut memiliki sistem pengendalian masing-masing yang terintegarasi menjadi suatu sistem pengendalian kompresor agar mendapatkan hasil kompresi yang sempurna.

Diantara sekian banyak kompresor, kompresor yang paling banyak digunakan adalah kompresor torak karena kompresor adalah kompresor yang mempunyai daerah operasi dengan tekanan yang paling tinggi. Selain itu, perawatan dan penggunaan kompresor torak lebih sederhana diantara kompresor yang lainnya.

3.2 Tujuan Pengujian

Mengetahui karakteristik kompresor torak secara umum, dalam pengertian mencari grafik hubungan antara:

a. Kapasitas aliran massa udara lewat *orifice* terhadap tekanan buang kompresor (*discharge pressure*).
b. Kapasitas aliran udara pada sisi isap terhadap tekanan buang kompresor (*discharge pressure*).
c. Daya adiabatik tarhadap tekanan buang kompresor (*discharge pressure*).
d. Efisiensi adiabatik terhadap tekanan buang kompresor (*discharge pressure*).
e. Efisiensi volumetrik terhadap tekanan buang kompresor (*discharge pressure*).

3.3 Teori

a. Rumusan untuk parameter-parameter yang diperlukan :

$$T = 273 + t_s(K)$$

$$R = \frac{(8314{,}34)}{(28{,}97)}(J)/(kg.K)$$

$$= \frac{(8314{,}34)}{(28{,}97 \times 9{,}8)}(kgm)/(kg.K)$$

$$P_s = P_{bar} \times 13{,}6(mH_2O)$$

$$P = \rho_{air}.g.P_s\,(kg.m^{-2})$$

$$\rho_{udara} = \frac{P}{RT}(kg.m^{-3})$$

$$\rho_{saluran} = \frac{\left(P + SG.g.h_{air}\right)^{1/k}}{P^{(1/k)}}.\rho_{udara}(kg.m^{-3})$$

Dimana :

T = Temperatur ruangan [K]

t_s = Temperatur atmosfer [°C]

R = Konstanta gas universal

ρ_{udara} = Rapat massa udara pada sisi isap [kg.m^{-3}]

$\rho_{saluran}$ = Rapat massa udara pada saluran [kg.m^{-3}]

SG = Spesifik Grafity

$$SG = \frac{\rho_{udara}}{\rho_{air}}$$

x = Kelembaban relatif [%]

P_{bar} = Tekanan barometer [mmHg]

P_s = Tekanan atmosfer pada sisi isap [mH$_2$O]

P = Tekanan atmosfer [kg.m^{-2}]

g = Percepatan grafitasi = 9,81 [m/s^2]

h_{air} = Beda tekanan antara sebelum dan sesudah *orifice* [mH$_2$O]

k = Konstanta adiabatik = 1.4

b. Persamaan-persamaan untuk perhitungan :

1. Kapasitas aliran massa udara lewat orifice

$$W = \alpha.\varepsilon.A\left\{\left(2.g.\rho_{saluran}\left(\rho_{air}.h_{air}\right)\right\}^{1/2}.60(kg.menit^{-1})\right.$$

Dimana :

W = Kapasitas aliran massa udara [kg.menit^{-1}]

α = Koefisien kerugian pada sisi buang (*coefficient of discharge*)
= 0,613852

ε = Faktor koreksi adanya ekspansi udara = 0,999

A = Luas penampang saluran pipa [m^2]

d = 0,0175 m

g = Percepatan gravitasi bumi = 9,81 [m.s^{-2}]

h_{air} = Beda tekanan antara sebelum dan sesudah *orifice* [mH_2O]

ρ_{udara} = Rapat massa udara pada sisi isap [kg m^{-3}]

ρ_{air} = Rapat massa air [kg.m^{-3}]

2. Kapasitas aliran udara pada sisi isap

$$Q_s = \frac{W}{\rho_{udara}}\left(m^3.menit^{-1}\right)$$

Dimana:

Q_s = Kapasitas aliran udara pada sisi hisap (m^3. menit^{-1})

3. Daya udara adiabatik teoretis

$$L_{ad} = \frac{k}{k-1}\times\frac{P.Q_s}{6120}\left(\left(\frac{p_d}{P}\right)^{k-1/k}-1\right)(kW)$$

$$P_d = P_{dgage}\times10^4 + 1{,}033\times10^4\left(kg.m^{-2}\right)$$

Dimana :

L_{ad} = Daya udara adiabatik teoritis [kW]

P_d = Tekanan *absolut* udara pada sisi buang kompresor [kg m^{-2}*abs*]

P_{dgauge} = Tekanan udara pada sisi buang kompresor [kg.cm^{-2}]

4. Efisiensi adiabatik

$$\eta_{ad} = \frac{L_{ad}}{L_s}$$

$$L_s = N_{in} \times \eta_m (kW)$$

Dimana :

L_s = Daya input kompresor [kW]

N_{in} = Daya input motor penggerak [kW]

η_m = Efisiensi motor penggerak

5. Efisiensi Volumetrik

$$\eta_v = \frac{Q_s}{Q_{th}}$$

$$Q_{th} = V_c \times N_c \left(m^3.\min^{-1}\right)$$

$$V_c = \frac{\pi}{4} \times D_c^2 \times L_c \times n_c (m^3)$$

Dimana :

Q_{th} = Kapasitas teoretis kompresor [$m^3.min^{-1}$]

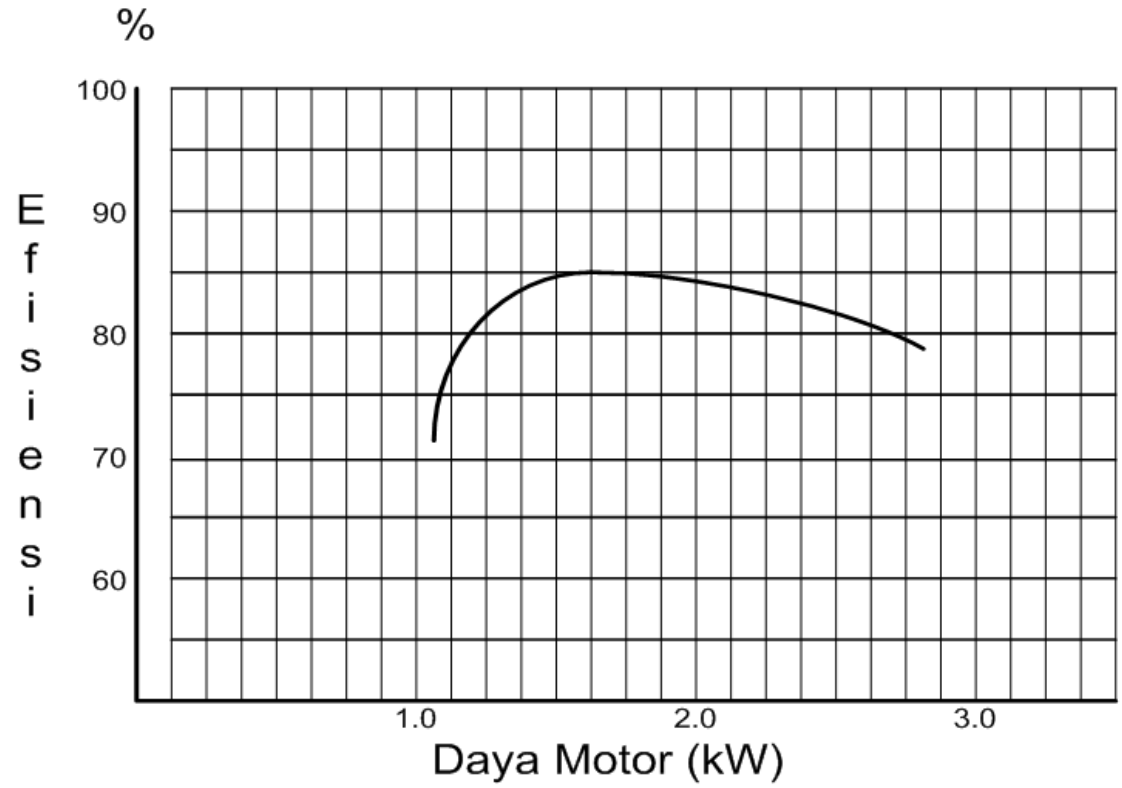
V_c = Volume langkah piston [m^3]

D_c = Diameter silinder = 0,065 [m]

L_c = Langkah piston = 0,065 [m]

n_c = Jumlah silinder = 2

N_c = Putaran kompresor [rpm]

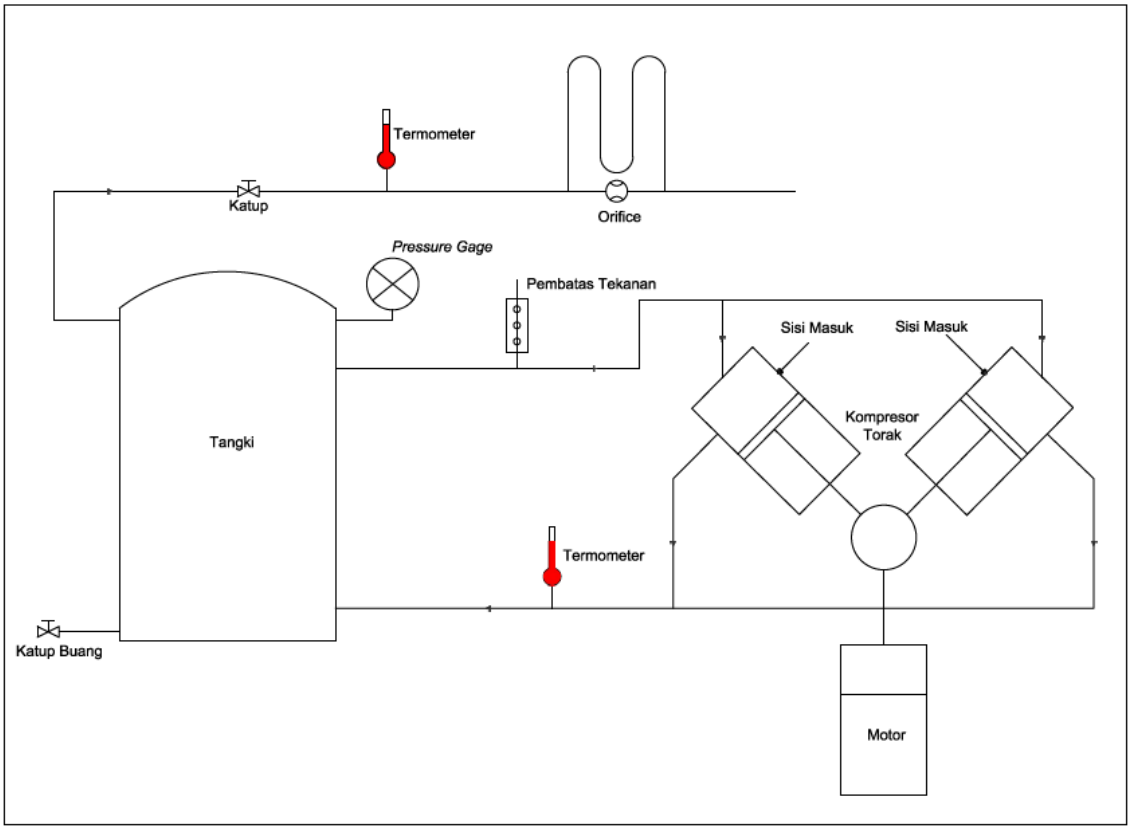


Gambar 3.1 Grafik Hubungan Efisiensi dan Daya motor

3.4 Perangkat percobaan

3.4.1 Peralatan yang digunakan

a. Motor listrik penggerak kompresor
b. Kompresor torak
c. Tangki udara dan katup-katup perlengkapannya
d. Alat-alat ukur untuk pengukuran : tegangan, daya input, putaran, suhu, tekanan dan kelembaban udara



Gambar 3.2 Skema Instalasi Kompresor Torak
Sumber: Laboratorium Mesin-Mesin Fluida

3.4.2 Parameter yang diukur

a. Motor penggerak kompresor : tegangan, daya input dan putaran motor listrik
b. Kondisi atmosfer : tekanan, temperatur bola basah dan kering serta kelembaban udara
c. Saluran udara : penurunan tekanan lewat orifice (beda tekanan sebelum dan sesudah *orifice*), temperatur udara dalam saluran
d. Kompresor : tekanan dan temperatur udara masuk serta putaran kompresor

3.5 Cara Pengujian dan Pengambilan Data

3.5.1 Kompresor

Pengujian kompresor dilakukan pada putaran yang ditentukan, tetapi apabila terjadi kesulitan dalam pengendalian putaran kompresor maka dalam pelaksanaan pengujian diperbolehkan pada putaran 10% s/d -5% putaran yang telah ditentukan.

3.5.2 Cara Pengujian kompresor

Kompresor torak harus diuji sedikitnya pada lima harga tekanan buang, di mana *discharge pressure* ini harus dimulai dari harga ¼ tekanan kerja. Untuk kompresor yang tidak dapat bekerja pada tekanan rendah diperbolehkan diuji pada empat harga tekanan buang termasuk tekanan yang terendah. Pencatatan data untuk setiap perubahan kapasitas aliran dan tekanan kerja kompresor harus dilakukan setelah suhu mencapai harga yang stabil.

3.5.3 Pengukuran Kapasitas Aliran :

Pada prinsipnya alat ukur kapasitas aliran dapat dipasang pada saluran isap ataupun saluan buang, suatu hal yang harus diperhatikan bahwa fluktuasi yang terjadi harus seminimal mungkin.

Untuk instalasi pengujian kompresor torak ini alat ukur kapasitas aliran dipasang pada sisi buang atau setelah tangki udara. Tujuan pemasangan tangki udara tersebut adalah untuk mengurangi terjadinya fluktuasi aliran udara. Pengukuran debit dilakukan dengan menggunakan *orifice* dan manometer, sehingga dari data ini dengan bantuan grafik koreksi *orifice* dapat dihitung besarnya kapasitas aliran yang diukur. Suatu hal yang perlu diperhatikan bahwa pengamatan beda tekanan harus sangat teliti, yaitu harus mampu terbaca sampai dengan 0,01 satuan pengukuran.

3.5.4 Pengukuran Suhu

Letak titik pengukuran suhu harus dipilih sesuai dengan ketentuan standar di mana sensor harus ditempatkan pada titik amatan dan pencatatan data harus dilakukan pada kondisi setelah penunjukan termometer memiliki harga yang tetap.

3.5.5 Pengukuran Putaran

Pengukuran putaran poros harus dilakukan dengan selang waktu lebih dari 30 detik.

3.5.6 Pengukuran Daya Poros

Daya poros yang terjadi pada saat percobaan berlangsung dapat dihitung dari daya input pada *Wattmeter* dikalikan dengan efisiensi motor listrik (efisiensi diperoleh dari grafik)

3.5.7 Katup Pengaman

Katup pengaman harus diletakkan dan diset sedemikian rupa sehingga walaupun katup saluran keluar ditutup tekanan kompresor tidak boleh naik lebih dari 10% di atas tekanan kerja kompresor.

3.5.8 *Unloader*

Unloader harus diset sesuai dengan tekanan kerja maksimum kompresor yang dikehendaki. Pada saat unloader bekerja dan katup buang tertutup, tekanan dalam tangki tidak boleh naik, seandainya terjadi kenaikan tidak boleh menyebabkan katup pengaman bekerja.

3.6 Langkah Percobaan

a. Periksa air pada manometer (*differential pressure gage*) apakah permukaan di kedua sisi manometer berada di pertengahan daerah pengukuran pipa U.
b. Hubungkan unit dengan jaringan listrik, sementara saklar Wattmeter, tenaga kompresor masih pada kondisi "*OFF*"
c. Hidupkan unit dengan menekan saklar "*ON*" kemudian tekan tombol start kompresor.
d. Atur kapasitas aliran dengan "*discharge valve control*"
e. Tunggu untuk selang waktu tertentu sehingga dipastikan kondisi sudah *steady*, kemudian lakukan pencatatan data kompresor pada kondisi tersebut, dimana data yang dicatat meliputi :
   - » Tekanan: ditunjukkan oleh *pressure gage manometer*
   - » Suhu : ditunjukkan oleh termometer
   - » Putaran : ditunjukkan oleh tachometer
f. Catat data yang berhubungan dengan motor listrik
   - » Tegangan : ditunjukkan oleh voltmeter

» Daya input : ditunjukkan oleh wattmeter
» Putaran motor : diukur dengan tachometer

g. Catat kondisi udara dalam tangki dan yang melewati saluran buang setelah tangki udara. Data meliputi :
» tekanan : ditunjukkan oleh "*pressure gage manometer*"
» temperatur bola basah dan temperatur bola kering yang ditunjukkan oleh "*wet bulb* dan *dry bulb thermometer*" untuk mendapatkan harga kelembaban udara.
» Tekanan (beda tekanan) udara sebelum dan sesudah *orifice* yang ditunjukkan manometer cairan "*deflection manometer*".

h. Ubah kapasitas aliran udara hingga tekanan dalam tangki naik, selanjutnya lakukan langkah e, f dan g.

i. Percobaan selesai.