

**BUKU PETUNJUK PRAKTIKUM
PENGUJIAN MESIN PENDINGIN
(AC BENCH)**



**LABORATORIUM
MESIN PENDINGIN
Universitas Brawijaya**

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mesin pendingin merupakan suatu bagian yang tidak dapat dilepaskan dari kemajuan teknologi saat ini. Mesin pendingin merupakan suatu bagian dari penerapan ilmu-ilmu termodinamika yang digunakan dalam berbagai bidang. Tidak hanya dalam kehidupan sehari-hari tetapi juga dalam berbagai industri, seperti refrigerator (kulkas), pendingin air ataupun pendingin udara dalam mobil.

Bagi seorang mahasiswa teknik Mesin sangat perlu untuk mempelajari masalah yang berkenaan dengan mesin pendingin khususnya mengenai prinsip kerja mesin pendingin, macam – macam mesin pendingin, beban pendinginan, kapasitas pendinginan dan menghitung *Coefficient of Performance* (COP) mesin pendingin.

Untuk membantu mahasiswa mempelajari sistem pendingin dan pengondisian udara, maka buku panduan ini disusun sebagai pedoman bagi mahasiswa untuk melakukan praktikum mesin pendingin (*Air Conditioning Test Bench*) pada laboratorium Mesin Pendingin. Dengan pelaksanaan praktikum akan dapat memahami aplikasi ilmu yang telah dipelajari diperkuliahan.

1.2 Rumusan Masalah

Pada laporan ini rumusan masalah yang akan dibahas adalah :

- a Berapa besar kapasitas pendinginan, daya kompresor, efisiensi *boiler* dan *Coefficient of Performance* (COP) yang diukur berdasarkan variasi waktu.
- b Berapa besar *losses* yang terjadi selama proses percobaan. Seperti faktor lingkungan sekitar, faktor mesin, dll.

1.3 Batasan Masalah

Pengambilan dan perhitungan data praktikum dilakukan pada peralatan *AC Bench* dimana pengaruh konduksi, konveksi dan radiasi udara diabaikan. Mesin pendingin ini diasumsikan berjalan normal dan aliran diasumsikan *steady*.

1.4 Maksud dan Tujuan Praktikum

- a. Dari *Air Flow Duct*, dengan prinsip-prinsip *psychrometry* dan keseimbangan energi dapat ditentukan :
 1. Perubahan sifat-sifat udara sepanjang *duct* dalam diagram *psychrometry*
 2. *Coefficient of Performance* (COP) aktual dari seluruh instalasi mesin pendingin.



3. Energi yang hilang dari setiap potongan *duct*.
 4. Efisiensi *boiler* sebagai komponen pelengkap instalasi P.A. HILTON.
- b. Dari siklus *refrigerant* didapat:
1. Siklus refrigerasi R-22 yang aktual.
 2. Kapasitas pendinginan (*refrigerating capacity*).
 3. COP ideal berdasarkan siklus *refrigerant*.

1.5 Manfaat Praktikum

Dengan melaksanakan praktikum mesin pendingin ini, akan dapat memahami dan mengenal proses serta siklus-siklus termodinamika yang terjadi dan dapat mengetahui komponen yang terlibat di dalamnya sehingga praktikan dapat mengetahui pengaruh-pengaruhnya dalam unjuk kerja mesin.



BAB II DASAR TEORI

2.1 Mesin Pendingin

2.1.1 Sejarah Mesin Pendingin

REFRIGERATION

2.1.2 Definisi Mesin Pendingin

.....
.....

2.1.3 Macam Siklus Mesin Pendingin

2.1.3.1 Mesin Pendingin dengan Siklus Kompresi Uap

1. Siklus Mesin Pendingin Ideal

.....
.....

2. Siklus Mesin Pendingin Standar

.....
.....

3. Siklus Mesin Pendingin Aktual

.....
.....

2.1.3.2 Mesin Pendingin dengan Siklus Pendinginan Absorpsi

.....
.....

2.1.4 Fungsi Mesin Pendingin

.....
.....

2.1.5 Bagian Utama Mesin Pendingin Kompresi Uap

LABORATORY

.....
.....



2.1.6 AC Central

.....
.....

2.1.7 Beban Pendinginan

REFRIGERATION
.....
.....

2.1.8 Istilah - istilah Mesin Pendingin

.....
.....

2.2 Kalor

.....
.....

2.2.1 Kalor Jenis

.....
.....

2.2.2 Kalor *Sensible*

.....
.....

2.2.3 Kalor Laten

.....
.....

2.3 Refrigerant

.....
.....

2.3.1 Macam-macam Refrigerant

LABORATORY
.....
.....



2.3.2 Syarat-syarat *Refrigerant*

.....

.....

2.3.3 Kelebihan dan Kekurangan *Refrigerant Hydrocarbon* dan *Holocarbon*

.....

.....

2.4 Dasar Pengkondisian Udara

2.4.1 Psikometri

Psikometri merupakan kajian tentang sifat-sifat campuran udara dan uap air. Psikometrik mempunyai arti penting dalam pengkondisian udara atau penyejukan udara karena atmosfer merupakan campuran antara udara dan uap air. Psikometri digunakan untuk mengetahui sifat-sifat termodinamika udara dan mengidentifikasi proses fisik yang terjadi di lingkungan.

2.4.2 Temperatur Bola Basah (*Wet Bulb*) dan Temperatur Bola Kering (*Dry Bulb*)

.....

.....

2.4.3 *Dew Point*

.....

.....

2.4.4 *Absolute Humidity* dan *Relative Humidity*

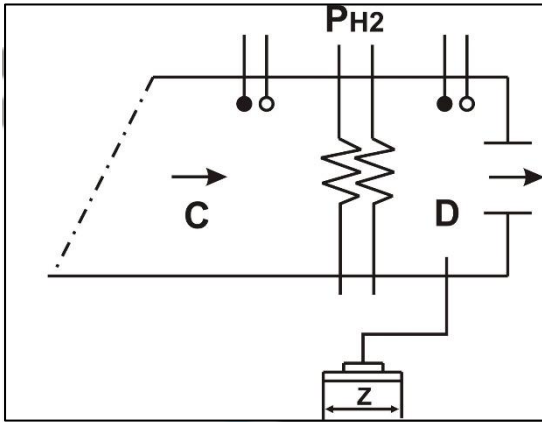
.....

.....



2.2.12 Rumus - Rumus yang Digunakan

1. Antara penampang C-D pada Air Flow Duct



Gambar 2.10 Penampang C-D

Sumber : Modul Praktikum Mesin Pendingin Mesin FT-UB Semester Genap 2018/2019

a. Keseimbangan Energi

$$m_c h_c - m_d h_d = -P_{H2} + H_{LC-D} \dots\dots\dots (2-1)$$

b. Kekekalan massa aliran fluida:

$$m_c = m_d - m_0 ; m_0 = \text{massa alir}$$

udara lewat oriface pada ujung duct

$$m_0 = 0.0597 \sqrt{\frac{Z}{V_d}} \left(\frac{\text{kg}}{\text{detik}} \right) \dots\dots\dots (2-2)$$

Keterangan:

Z = tinggi skala pada inclined manometer (mmH₂O)

V_D= volume spesifik udara pada penampang di C-D, bisa dicari dari diagram *psycometry*

h_C= *enthalpy* udara di penampang C

h_D= *enthalpy* udara di penampang D

P_{H2}= Daya *reheater*

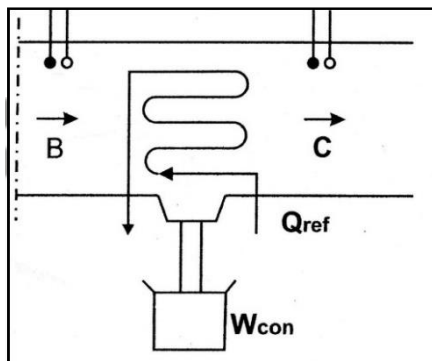
H_{LC-D}= kerugian energi pada daerah C-D

c. Didapat :

Kalor hilang Antara C-D ; H_{LC-D} dalam satuan kJ/s



2. Kondisi penampang B – C



Gambar 2.11 Penampang B – C

Sumber : Modul Praktikum Mesin Pendingin Mesin FT-UB Semester Genap 2018/2019

a. Kestimbangan energi:

$$\dot{m}_B h_B - \dot{m}_C h_C = Q_{ref} + \dot{m}_{Con} h_{Con} + H_{LB-C} \dots\dots\dots(2-9)$$

b. Kekekalan massa

$$\dot{m}_B - \dot{m}_C = \dot{m}_{Con} \rightarrow \dot{m}_B = \dot{m}_C + \dot{m}_{Con} \dots\dots\dots(2-10)$$

c. Didapat

- Beban pendinginan evaporator \$Q_{ref}\$, sehingga dapat dihitung.

$$COP_{aktual} = \frac{Q_{ref}}{W_{comp}} \dots\dots\dots(2-11)$$

- *Losses of energy*
\$H_{LB-C}\$ dalam [kJ/s]

Keterangan :

\$W_{comp}\$ = daya sebenarnya kompresor, bisa dilihat dari spesifikasi peralatan atau voltmeter dan amperemeter

\$h_1\$ = *enthalpy refrigerant* sesudah keluar evaporator

\$h_2\$ = *enthalpy refrigerant* sebelum keluar evaporator

\$h_{con}\$ = *enthalpy* air kondensasi

\$m_{con}\$ = laju alir massa air kondensasi

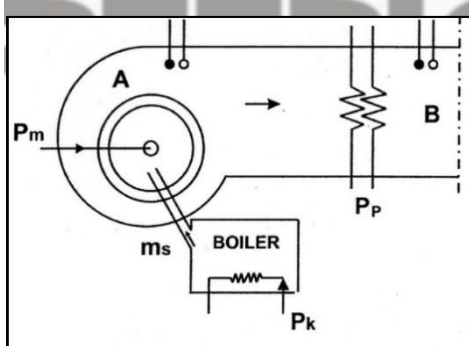
\$m_{ref}\$ = laju alir massa *refrigerant*

\$h_{1B-C}\$ = kerugian energi pada daerah B-C



h_B & h_C = *enthalpy* udara di B dan C dicari dari diagram *psycometry*

3. Kondisi Pada penampang A-B



Gambar 2.12 Penampang A – B

Sumber : Modul Praktikum Mesin Pendingin Mesin FT-UB Semester Genap 2018/2019

a. Keseimbangan energi

$$\dot{m}_A \cdot h_A - \dot{m}_B \cdot h_B = P_m - \dot{m}_s \cdot h_s - P_p + H_{L A-B} \dots\dots\dots (2 - 12)$$

b. Kekekalan massa

$$\dot{m}_B = \dot{m}_A + \dot{m}_s \dots\dots\dots (2 - 13)$$

Didapat:

- Kerugian Energi ($H_{L A-B}$)
- Dengan mengabaikan *losses* yang dapat dihitung efisiensi Boiler :

$$\eta_K = \frac{Q_K}{P_K}$$

$$\eta_k = \frac{\dot{m}_s h_s}{P_k} \times 100\% \dots\dots\dots (2 - 14)$$

Keterangan :

P_M = daya motor penggerak *blower* yang besarnya sebanding dengan posisi *regavolt* [%] dan spesifikasi motor penggeraknya

m_s = laju alir massa uap yang disuplai *bolier*

H_s = *enthalpy* uap

P_p = daya pemanas *preheater*



P_k = daya pemanas *bolier*

m_A = laju alir massa udara luar yang dihisap *blower*

H_{LA-B} = kerugian energi pada daerah A-B

➤ Untuk COP_{aktual} dapat dicari dengan persamaan :

$$COP_{aktual} = \frac{Q_1}{W_{comp}} \dots\dots\dots(2 - 15)$$

Keterangan :

$$Q_1 = Q_{ref} \text{ untuk } COP_{aktual}$$

$$= m_B h_B - (m_c h_c + m_{con} h_{con})$$

Sedangkan COP_{ideal} dapat dicari dengan persamaan

$$COP_{ideal} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} \dots\dots\dots(2 - 16)$$

Dimana harga h_1, h_2 dan h_4 bisa dilihat pada diagram (P-h)

2.4 HVAC

2.4.1 Pengertian HVAC

.....

2.4.2 Heating

.....

2.4.3 Ventilation

.....

2.4.4 Air Conditioning

.....



BAB III PELAKSANAAN PRAKTIKUM

3.1 Peralatan praktikum

a. Alat yang digunakan :

1. Manometer.

Jelaskan dan Tambahkan Gambar !

2. Termometer.

Jelaskan dan Tambahkan Gambar !

3. Regavolt.

Jelaskan dan Tambahkan Gambar !

4. *Load Control Panel*.

Jelaskan dan Tambahkan Gambar !

5. Gelas pengukur air kondensat.

Tambahkan Gambar !

6. Pengukur waktu setiap periode.

Tambahkan Gambar !

b. Fluida yang dilayani :

1. Laju alir massa udara pada *Air Flow Duct*.

2. Laju massa air kondensasi yang terbentuk.

3. Uap air dari *Boiler* untuk proses Humidifikasi.

4. *Refrigerant R-22* yang bersirkulasi.

c. Produk

1. Udara dengan temperatur, kelembaban, dan kapasitas tertentu.

3.2 Spesifikasi Peralatan

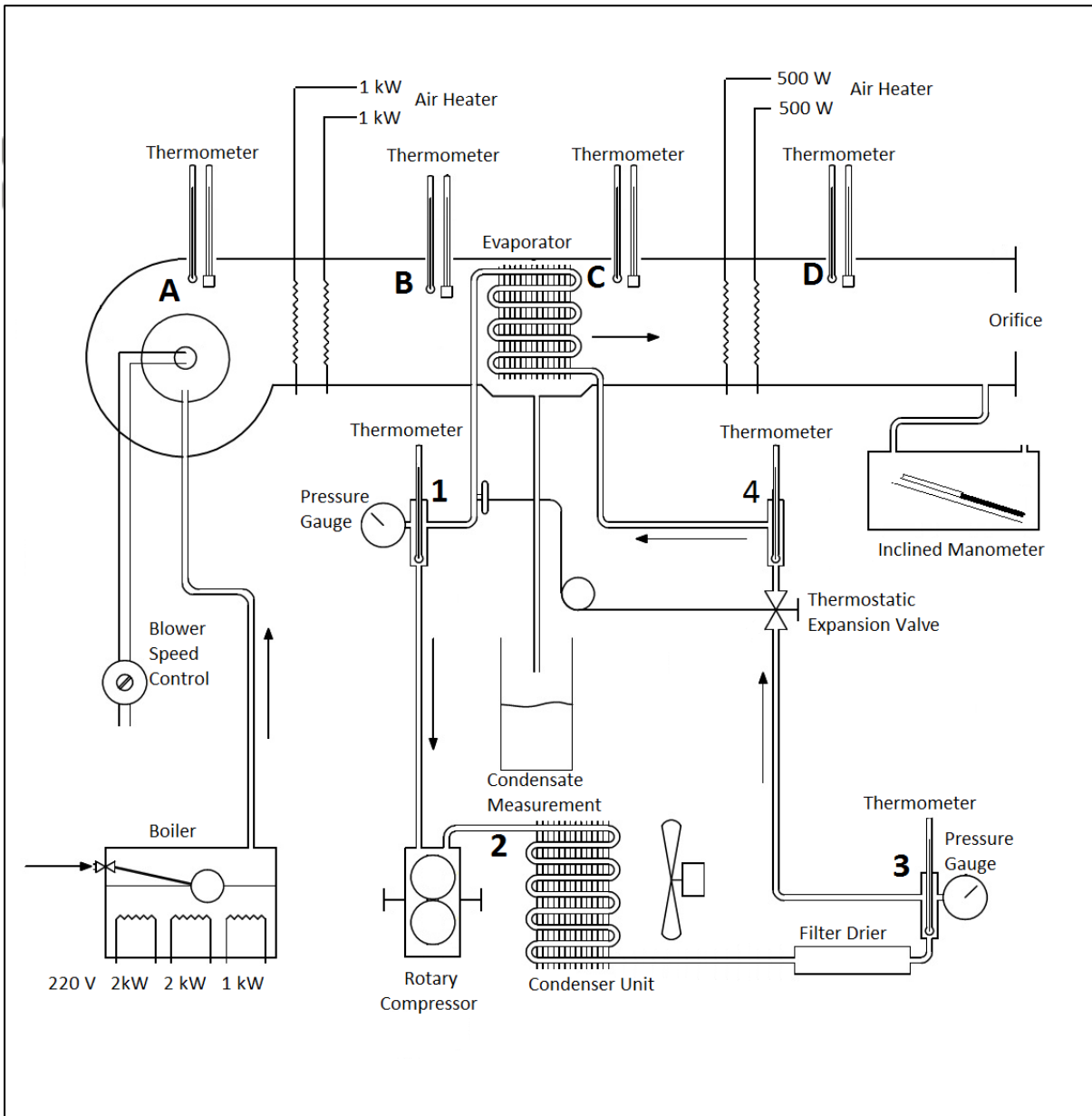
a. Tipe : A-573/91159 *vapour compression refrigeration units*

b. Produk : udara lewat *air flow ducts* dengan parameter yang bervariasi

c. Refrigeran : Freon R-22

d. Kompresor : Panasonic 2JS350D3BB02; 1760 watt, 220 watt, 50hz





Gambar 3.1 Instalasi Mesin Pendingin dan Pengkondisn Udara
 Sumber: *Manual Book Mesin AC BENCH PA HILTON A572*

3.3 Prosedur Pelaksanaan Percobaan Air Conditioning

a. Persiapan Percobaan

Instalasi telah disiapkan untuk melaksanakan percobaan dan pengambilan data.

b. Menjalankan Instalasi

1. Saklar dipasang pada posisi (ON) dengan *regavolt* “0”
2. *Regavolt* diatur supaya ada aliran udara melalui evaporator dengan tujuan membebani evaporator dengan mengatur posisi *regavolt* sesuai varian data untuk masing-masing kelompok.



3. Kompresor dijalankan sehingga terjadi siklus refrigeran. Instalasi dibiarkan beroperasi sampai terbentuk air kondensasi pada evaporator dan ditampung pada gelas ukur yang sudah dipasang termometer.
 4. Pembebanan *air flow duct* dilakukan dengan menggunakan semua saklar dari komponen pelengkap (*boiler, preheater, reheater, regavolt*) posisinya disesuaikan dengan kombinasi dan variasi *duct* yang telah ditentukan untuk setiap kelompok praktikan.
- c. Menghentikan Operasi
- a) Semua saklar dari semua komponen pelengkap dimatikan
 - b) Kompresor dimatikan
 - c) *Regavolt* diturunkan posisinya secara perlahan sampai posisi “0”
 - d) Matikan saklar induk
 - e) Cabut steker dan *power supply*

3.4 Pengambilan Data

- a. Data yang diambil adalah temperatur (bola basah dan bola kering) pada setiap termometer; temperatur *refrigerant* masuk dan keluar evaporator serta kondensor; tekanan *refrigerant* keluar evaporator dan kondensor; tekanan pada *Inclined manometer*; temperatur kondensasi; debit air masuk *boiler* dan debit air kondensasi; yang terpasang pada *AC Bench*
- b. Pengambilan data baru boleh dimulai setelah ada air kondensat yang terbentuk pada evaporator (terlihat pada jatuhnya tetes air pada gelas ukur penampung air kondensat).
- c. Setiap kombinasi parameter diambil data sebanyak 3x.
- d. Data-data dianggap valid jika pencatatan dilakukan setelah kondisi betul-betul dalam keadaan *steady*.

3.5 Alat Penunjang Praktikum

1. *Thermo Gun*
Jelaskan dan Tambahkan Gambar !
2. *Hygrometer*
Jelaskan dan Tambahkan Gambar !
3. *Refrigerant Pressure Gauge Manifold*
Jelaskan dan Tambahkan Gambar !



4. Termometer

Jelaskan dan Tambahkan Gambar !

5. *Leak Seeker*

Jelaskan dan Tambahkan Gambar !

6. Anemometer

Jelaskan dan Tambahkan Gambar !

7. Barometer

Jelaskan dan Tambahkan Gambar !

8. Kompresor

Jelaskan dan Tambahkan Gambar !

9. *Clamp Meter*

Jelaskan dan Tambahkan Gambar !

