

MODUL PRAKTIKUM LABORATORIUM REFRIGERASI TERAPAN

**Semester V
Tahun ajaran 2008/2009**

Instruktur :

**Apip Badarudin, ST, MT
Aries Prih Haryono, ST, MT
Rudi Rustandi, ST
Ir. Windy Hermawan, MT**



**Laboratorium Refrigerasi Terapan
Jurusan Studi Teknik Refrigerasi dan Tata Udara
2008**

TATA TERTIB LABORATORIUM REFRIGERASI TERAPAN

Peserta Praktikum Refrigerasi Terapan harus mentaati peraturan-peraturan sebagai berikut:

1. Datang tepat waktu, terlambat lebih dari satu jam dianggap tidak ikut praktikum
2. Berpakaian rapi dan mengenakan Jas Laboratorium yang **bersih**
3. Menjaga kebersihan dan ketertiban laboratorium
4. Berhati-hati dalam menggunakan peralatan. **Kelompok** yang melakukan kesalahan sehingga mengakibatkan terjadinya kerusakan alat wajib mengganti alat tersebut.
5. Peserta yang tidak mengikuti praktikum (termasuk presentasi) tanpa alasan dan bukti yang jelas bisa dinyatakan tidak lulus mata kuliah praktikum ini.
6. Pada saat praktikum setiap peserta harus membawa kartu praktikum dan menyerahkan kepada asisten praktikum, kelalaian membawa kartu praktikum berdampak pada pengurangan nilai. Pada akhir praktikum peserta harus mengambil kembali kartu yang sudah diparaf oleh asisten.
7. Sebelum praktikum peserta harus menyerahkan Tugas Pendahuluan dan mengikuti Test Pendahuluan. Tugas Pendahuluan **ditulis tangan** pada kertas HVS ukuran A4 dan diberi **sampul depan** yang **diketik** sesuai contoh.
8. Mengumpulkan **jurnal praktikum** setelah praktikum selesai.
9. Membuat **laporan akhir** setelah praktikum selesai. Laporan **ditulis tangan** dan **sampul diketik** sesuai contoh. Laporan praktikum diserahkan seminggu setelah pengambilan data. Keterlambatan pengumpulan laporan berdampak pada pengurangan nilai.
10. Apabila laporan Praktikum dianggap kurang memadai oleh asisten (termasuk bila tidak rapi), laporan akan dikembalikan untuk diperbaiki dan diserahkan selambatnya seminggu setelahnya.
11. Grup/kelompok yang mendapat tugas seminar harus melaksanakan presentasi. Grup yang tidak mendapat tugas presentasi wajib hadir mengikuti presentasi yang diberikan oleh grup lain.
12. Penilaian meliputi:
 - * Tugas Pendahuluan
 - * Test Pendahuluan
 - * Pelaksanaan Praktikum
 - * Laporan Praktikum
 - * Presentasi

Bandung, September 2008
Koordinator Lab. Refrigerasi Terapan

Format Laporan

Laporan harus mengikuti ketentuan sebagai berikut:

1. Isi laporan meliputi :
 - * Sampul depan **diketik** sesuai dengan contoh
 - * Prosedur percobaan
 - * Data pengamatan
 - * Analisis dan tugas
 - * Kesimpulan
 - * Lampiran berupa gambar, grafik atau materi penunjang lain.
2. **Laporan ditulis tangan** dengan tulisan yang rapi dan mudah terbaca. (Bila tidak rapi akan dikembalikan oleh asisten dan diserahkan kembali paling lambat satu hari berikutnya).
3. **Tabel data** dan **grafik** boleh menggunakan computer, TIDAK DI FOTOCOPY !!.
4. Laporan diketik pada kertas HVS ukuran A4

PRAKTIKUM REFRIGERASI TERAPAN

FREEZER

I. TUJUAN

Praktikum ini bertujuan agar praktikan dapat :

1. Mengidentifikasi komponen dan peralatan/sistem *freezer*, dan menjelaskan masing-masing fungsinya
2. Memahami cara kerja sistem refrigerasi *freezer*.
3. Memahami cara kerja sistem kontrol/kelistrikan sistem *freezer*.
4. Menganalisis kinerja sistem berdasarkan data spesifikasi alat ataupun berdasarkan data percobaan/pengamatan.

II. LANDASAN TEORI

Household Freezer (*freezer* rumah tangga) merupakan bagian dari system refrigerasi domestik yang banyak digunakan dirumah tangga untuk menyimpan produk dalam jangka waktu yang relatif lama. Berbeda dengan refrigerator/kulkas, freezer bekerja pada temperatur lebih rendah dari 0 °C (umumnya) agar kualitas produk yang disimpan dalam freezer dapat dipertahankan dengan baik. Produk yang biasanya disimpan dalam freezer adalah misalnya daging, ikan, es krim, kentang atau kadang sayuran (jagung, buncis, dll.). Umumnya freezer menggunakan sistem kompresi uap. Secara umum, berdasarkan freezer dapat digolongkan menjadi up-right freezer dan chest-type freezer.

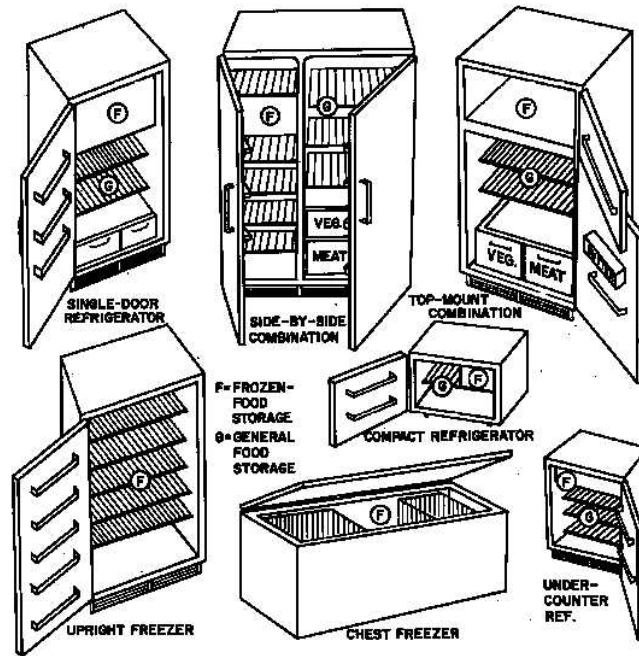
Untuk es krim, evaporator biasanya mempunyai temperatur 0 °F (-18 °C). Kadangkala beberapa jenis eskrim dengan kandungan gula dan krim yang lebih banyak tidak akan beku pada -10 °F (-23 °C). Jika udara berkisar pada 0 °F, maka tentu saja koil evaporator setidaknya bertemperatur -18 °F (-28 °C). Temperatur ini (bila dianggap sama dengan temperatur evaporasi) berkorelasi dengan tekanan evaporator 1,3 psig untuk R-12 dan 11,3 psig untuk R-22. Untuk jenis evaporator konveksi paksa, maka tekanan evaporator relatif lebih tinggi. Untuk temperatur kabin 0 °F, biasanya tekanan evaporator berkisar 4 psig untuk R-12 dan 15,5 psig untuk R-22.

Berikut ini jenis-jenis sistem yang biasa digunakan pada freezer ;

- Jenis kabin : upright dan chest type freezer.
- Jenis evaporator : forced air, shelf, dan plate (wall)
- Jenis kondensor : chimney, in the wall, dan forced draft

Walaupun sederhana, komponen penting lainnya pada sistem freezer ini adalah alat kontrol dan kelistrikan. Ada dua jenis kontrol yang terdapat pada freezer, yaitu thermostat untuk mengontrol temperatur, dan saklar pintu untuk menyalakan dan mematikan lampu. Diagram kelistrikan dari freezer, seperti halnya kulkas, biasanya dipasang/ditempel pada bagian belakang dari freezer.

Pada freezer dengan alat pengatur defrost otomatis, evaporator harus dipasang pada bagian dimana pada saat defrost terjadi, tetesan air dapat tertampung pada wadah dan menguap kembali, atau terbuang keluar.



Kinerja Sistem Pendingin

Performansi suatu sistem refrigerasi disebut dengan *Coefficient Of Performance* (COP). Bersaran ini menyatakan kemampuan sistem untuk menarik kalor dari ruangan (di evaporator) per satuan daya kompresor.

1. COP_{carnot} atau COP_{ideal}

Ialah COP maksimum yang dapat dimiliki oleh suatu sistem. COP_{carnot} dapat dicari dengan menggunakan persamaan:

$$COP_{carnot} = \frac{T_{\text{evaporasi}}}{(T_{\text{kondensasi}} - T_{\text{evaporasi}})}$$

2. $COP_{\text{sebenarnya}}$ atau COP_{aktual} .

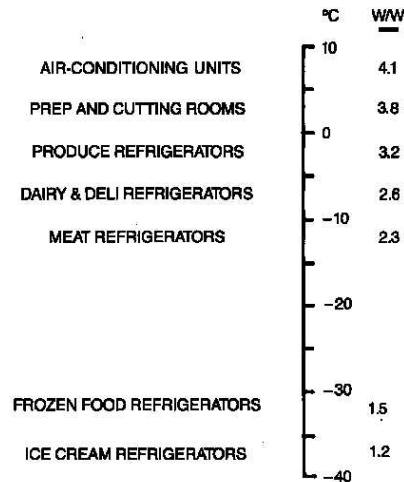
Ialah COP sebenarnya yang dimiliki oleh suatu sistem. COP_{aktual} ini dapat dicari dengan menggunakan persamaan:

$$COP_{\text{aktual}} = \frac{\text{Energi diserap di Evaporator [Watt]}}{\text{Kerja Kompresor [Watt]}}$$

Perbandingan besaran COP_{aktual} dan COP_{carnot} menunjukkan efisiensi sistem refrigerasi dengan persamaan sebagai berikut:

$$\eta_{ref} = \frac{COP_{aktual}}{COP_{carnot}} \times 100\%$$

Dalam beberapa hal, kinerja sistem dinyatakan juga dengan EER (Energy Efficiency Ratio). Berikut adalah beberapa besarnya nilai EER berdasarkan fungsi dari unit refrigerasi.



Pada grafik tersebut, nampak bahwa semakin rendah ruang penyimpanan semakin kecil pula nilai EER.

Karena umumnya freezer bekerja pada temperatur dibawah 0 °C, maka pada evaporator cenderung akan muncul bunga es (frost). Beberapa freezer ataupun kulkas, didisain sedemikian hingga frost tidak nampak. Kulkas / freezer demikian disebut freezer / kulkas no-frost. Untuk menghilangkan frost, pada sistem pendingin harus dibuatkan sistem defrost. Sistem defrost dimaksudkan untuk menghilangkan bunga es yang dapat terjadi pada evaporator. Frost/bunga es bersifat sebagai tahanan termal, sehingga frost akan menghalangi proses perpindahan kalor dari produk yang didinginkan dengan evaporator.

(Bacaan lebih lanjut : Chapter 46 dan chapter 47, hal 829-907, Refrigeration and Air Conditioning Technology 2nd edition, W.C. Whitman & W.H. Johnson, Delmar publisher inc.)

III. TUGAS PENDAHULUAN

1. Apa yang dimaksud dengan EER dan COP ? Apa beda antar keduanya ?
2. Apa yang dimaksud Chilling time dan Operating time ? Jelaskan !
3. Kenapa pada beberapa freezer dindingnya terasa hangat apabila sistem dijalankan. Jelaskan untuk apa maksudnya.
4. Sebutkan cara-cara/metoda defrost, dan jelaskan.

5. Gambarkan sistem kelistrikan suatu freezer yang dilengkapi dengan kontrol lampu menggunakan saklar pada pintu, dan sistem defrost (menggunakan timer). Jelaskan cara kerjanya.
6. Gambarkan sebuah rangkaian starting kompresor. dan jelaskan cara kerjanya.
7. Gambarkan diagram temperatur kabin terhadap waktu pada sebuah freezer, yang dilengkapi dengan sebuah termostat. Termostat tersebut diset pada T_{kabin} dengan differensial ΔT .

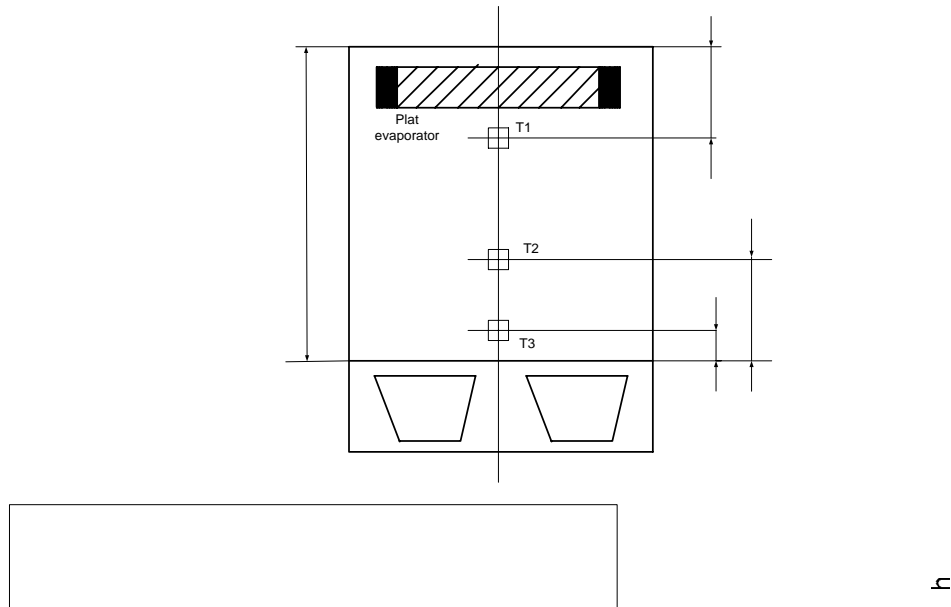
IV. LANGKAH PERCOBAAN

A. Pengamatan sistem (Minggu I).

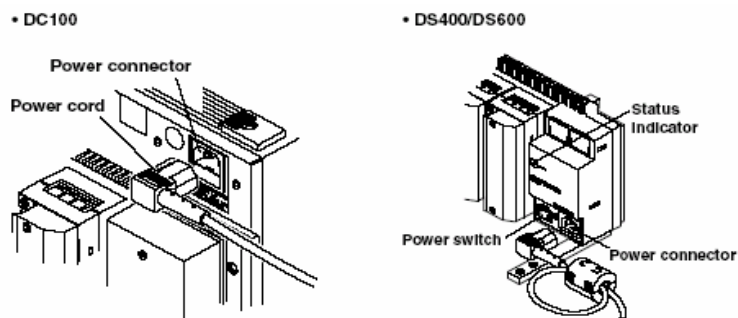
- a. Catat data spesifikasi alat.
- b. Amati sistem pemipaan freezer dan sebutkan komponen-komponen yang digunakan dalam sistem refrigerasi freezer. Gambarkan sistem tersebut sesuai dengan format gambar teknik yang baku.
- c. Pelajari cara kerjanya.
- d. Amati sistem kontrol/kelistrikkannya (jika tidak memungkinkan, buatlah rangkaian yang lain yang biasanya dipakai pada sistem *freezer*). Pelajari cara kerjanya.
- e. Buatlah laporan mengenai hasil pengamatan saudara. (kumpulkan pada jurnal/laporan sementara setelah praktikum, dan buat gambar teknik sistem yang dimaksud, dikumpulkan bersama-sama dengan laporan akhir praktikum.)
- f. Pelajari cara kerja DC-100 dan DS400, agar bisa dipakai untuk pengukuran.

B. Pengamatan kinerja sistem (Minggu II)

- a. Persiapkan alat berikut :
 1. freezer
 2. Unit DC100 dan DS400
 3. kWh meter
 4. Termokopel (jumlah sesuai kebutuhan)
- b. Langkah percobaan/pengambilan data.
 1. Pasang termokopel di titik-titik pengukuran pada freezer. (Temp : suction, evaporator, kondensor, liquid line, dan kabin seperti pada gambar 1)
 2. Hubungkan freezer dengan kWh meter. (gunakan terminal untuk menyambung power pada kWh meter)
 3. Hubungkan termokopel dengan terminal dari kabel ekstensi
 4. Hubungkan unit DC100 dengan DS400
 5. Hubungkan unit DC100 dan DS400 dengan sumber listrik. (Lihat gambar 2)
 6. Hubungkan unit DC100 dengan DS 400.
 7. Nyalakan unit DC100 dan DS400 dengan menekan tombol power.
 8. Lakukan penyetingan DC100 untuk mengambil data.



Gambar 1. Penempatan sensor pada kabin



Gambar 2 Kabel power pada DC100 dan DS400

C. Prosedur pengambilan data

1. Untuk mengambil data konsumsi energi, catat nilai awal pada kWh meter sebelum freezer dinyalakan.
2. Cara pengambilan data temperatur pada DC100.
 - tekan tombol **MEMSET** untuk membuat file pada DC 100
 - pilih **WR_MODE** untuk melakukan setting penulisan data. Kemudian tekan tombol <<**ENTER**>>
 - pilih **REPEAT**, Kemudian tekan tombol <**ENTER**> .
 - pilih **FREE**, Kemudian tekan tombol <**ENTER**>.
 - pilih **ALL**, Kemudian tekan tombol <**ENTER**>.
 - pilih **SET**, Kemudian tekan tombol <**ENTER**>
 - tulis nama file dengan menekan tombol panah. Jika sudah selesai, tekan <**ENTER**>

Keterangan gambar:

jarak antara bagian atas dan
 T1, T2, T3 : titik-titik pengukuran

- pilih interval pengambilan data dengan menekan tombol panah atas bawah. Kemudian tekan tombol **<ENTER>**.
 - Pilih **div2**, kemudian tekan tombol **<ENTER>**
 - jika penyetingan telah selesai, kemudian tekan tombol **<ENTER>**
 - untuk kembali ke tampilan awal tekan **DISP**
3. Penyetingan temperatur input
 - tekan tombol **RANGE** hingga muncul pilihan jenis input yang akan dipilih sesuai dengan parameter pengukuran.
 - pilih *no sub ini, no module* dan *no channel* yang akan diberi input termokopel serta pilih jenis thermokopel yang digunakan dengan menekan tombol panah.
 - sebagai contoh 001-01 : TC/ K (berarti 0 = nomor sub unit, 0 = letak input module paling kanan, 1 = nomor chanel pada input module) tekan **<ENTER>**
 - untuk thermokopel yang menggunakan kabel ekstensi maka TC diganti dengan RRJC. Dengan menggunakan tombol panah.
 - Tetukan nilai span (batas maksimum dan minimum) dengan menekan tombol panah, kemudian tekan **<ENTER>**.
 4. Setelah semua selesai di-set, tekan tombol **START** untuk memulai pengambilan data. Pada display akan ada tulisan **RECORD**. Ketika selesai pengambilan data tekan tombol **STOP**.
 5. Untuk melakukan pengambilan data pada DC 100
 - masukan disket pada *floppy disk*
 - tekan tombol **FD COPY** pilih select, tekan **<ENTER>**
 - pilih file yang kita buat pada langkah awal tekan **<ENTER>**
 - agar data yang diambil dari DC 100 dapat dibaca pada komputer maka data harus terlebih dahulu di-convert dengan menekan tombol **MEMSET** pilih convert, lalu tekan **<ENTER>**.
 - Pilih file data yang akan di convert, tekan **<ENTER>**.
 - Pilih chanel yang digunakan, dengan menggunakan tombol panah.
 - Pilih banyaknya data yang akan di convert, lalu tekan **<ENTER>**.
 6. Baca dan catat **TEKANAN SUCTION** maupun **TEKANAN DISCHARGE** pada Pressure gauge serta **TEGANGAN dan ARUS LISTRIK** catu daya ke freezer, sebelum kompresor dijalankan.
 7. Simpanlah air (sebanyak kira-kira 2 liter), sebagian disimpan pada wadah / cangkir (cangkir disiapkan masing-masing kelompok), dan tempatkan sensor temperatur di tengahnya.
 8. Aturilah setting termostat pada kondisi **MEDIUM** (temperatur menengah atau mendekati posisi tinggi/Hi).
 9. Setelah data awal diperoleh kemudian freezer dijalankan.
 10. Catat **TEGANGAN, ARUS LISTRIK dan DAYA LISTRIK** yang dikonsumsi oleh freezer. (Catatan : pembacaan pada kWh meter dilakukan selang 5 menit dimulai dari awal hingga terakhir mengambil data).
 11. Catat nilai **TEKANAN SUCTION dan TEKANAN DISCHARGE** selang 5 menit.
 12. Baca dan catat **TEKANAN Suction** maupun tekanan **Discharge** pada Pressure gauge secara periodik sesuai dengan waktu cuplik data yang dipilih (langkah 4)
 13. Setelah pengambilan data selesai, kemudian matikanlah DC 100 dan freezer.

14. Pindahkan data pada disket anda, dan buatlah laporan data hasil pengamatan, kumpulkan ke instruktur anda.

V. TUGAS

Dari praktikum yang telah anda lakukan kerjakanlah tugas-tugas berikut :

1. Gambarkan (sesuai ketentuan gambar teknik) sistem refrigerasi alat yang dicoba, dan jelaskan cara kerjanya.
2. Gambarkan sistem kelistrikannya/kontrolnya (sesuai ketentuan gambar teknik), dan jelaskan cara kerjanya.
3. Gambarkan grafik temperatur kabin (bagian atas, tengah dan bawah) terhadap waktu pada kertas grafik linier. (temperatur pada sumbu tegak, dan waktu pada sumbu datar.). Buatlah analisis terhadap grafik tersebut.
4. Gambarkan grafik arus dan tegangan serta daya listrik terhadap waktu. Buatlah analisis terhadap data dan grafik yang saudara peroleh.
5. Pada percobaan yang saudara lakukan, tentukan chilling time-nya untuk tiap-tiap posisi tombol pengatur temperatur kabin.
6. Tentukan temperatur setting dan differensial dari termostat yang digunakan berdasarkan hasil pengamatan.
7. Hitunglah COP dan EER pada waktu ke ± 90 menit, 120 Menit, dan 150 menit. Gambarkan sistem pada diagram PH pada waktu-waktu tersebut.
8. Andaikata dalam kabin terdapat daging sapi sebanyak 10 kg, didinginkan dari temperatur awal sama dengan temperatur kabin dan akhirnya bertemperatur sama dengan temperatur akhir kabin, maka chilling time yang terjadi lebih lama atau lebih cepat atau sama ? Dengan pertimbangan COP sistem sama dengan 2,5. Berdasarkan spesifikasi alat, perkirakanlah chilling time-nya.
9. Buat kesimpulan dari praktikum yang saudara lakukan.

WALK-IN COOLER

I. TUJUAN

Setelah melakukan praktikum ini, diharapkan praktikan:

1. Memahami sistem kompresi uap pada Walk-in Cooler.
2. Memahami cara kerja sistem kontrol kelistrikannya.
3. Menganalisa performansi dari sistem tersebut berdasarkan data spesifikasi yang ada dan data hasil pengamatan.
4. Mampu mengidentifikasi komponen walk-in cooler.
5. Mampu membuat/memodifikasi sistem yang sejenis.

II. LANDASAN TEORI

Walk-in cooler merupakan sebuah ruang penyimpanan macam-macam produk yang mempunyai temperatur rendah tetapi umumnya diatas 0°C. Walk-in cooler digunakan di supermarket-supermarket dan juga restoran-restoran atau hotel-hotel besar untuk menyimpan produk berupa bahan-bahan makanan dan sayuran. Kapasitasnya bervariasi dengan ukuran mulai dari kurang lebih 6 m³ hingga 40 m³, dengan RH berkisar 80 % sedangkan laju aliran udara bervariasi antara 0,5 m/dt s/d 5 m/dt (forced conv.). Insulasi dinding yang sering digunakan adalah Polyurethane foam.

Komponen-komponen yang digunakan antara lain: condensing unit (biasanya, open type) evaporator, filter dryer, liq. Rec sight glass., HX, metering device dan beberapa komponen lainnya seperti: motor, MCB, Fuse dsb.

II. LANGKAH-LANGKAH PERCOBAAN.

A. Observasi

- a. Catat data spesifikasi alat.
- b. Gambarkan diagram pemipanya serta letak titik-titik pengukuran (sensor) yang akan dilakukan.
- c. Gambarkan diagram kontrol kelistrikannya (jika tidak memungkinkan, dapat dibuat rangkaian yang lain asalkan prinsip kerjanya tidak berubah).
- d. Lakukan percobaan pengambilan data.

B. Pengamatan kinerja sistem

- a. Siapkan peralatan dan alat ukur yang dibutuhkan.
- b. Pastikan setting termostat pada temperatur kurang lebih 4,5°C.
- c. Lakukan pengambilan data awal, tulis pada tabel pengamatan menit ke nol.
- d. Lakukan pengambilan data berikutnya untuk menit-menit berikutnya, tulis pada tabel pengamatan menit ke nol.
- e. Pengambilan data dilakukan hingga tercapainya chilling time (ditambah 20 menit).

- f. Buatlah jurnal sementara dari data yang anda dapatkan dan serahkan pada asisten yang bersangkutan.

III. DATA PENGAMATAN

- a. Asumsikan bahwa walk-in cooler ini digunakan untuk menyimpan produk sayuran (Asparagus) dengan temperatur penyimpanan $4,5^{\circ}\text{C}$.
- b. Amati kecenderungan perubahan suhu yang ada pada masing-masing titik pengukuran, dengan cara membuat grafik suhu terhadap waktu (petunjuk: gunakan MS Excell), lakukan analisa.
- c. Gambarkan data manual pada diagram P-H (gunakan kurva aslinya), hitung C.O.P. , kompresi rasio dan lakukan analisa.
- d. Buat kesimpulan dari semua analisa yang telah dilakukan.

IV. TUGAS PENDAHULUAN

- a. Apa yang dimaksud dengan Chilling Time, C.O.P., kompresi rasio ?
- b. Jelaskan cara menggambarkan data pada diagram P-H !
- c. Buatlah tabel pengukuran manual seperti pada contoh dengan jumlah pengukuran sebanyak 20 buah.

Tabel Pengukuran

No	Titik pengukuran	Menit ke													
		0	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
1	Tekanan suction														
2	Tekanan discharge														
3	Temperatur kabin														
4	Temperatur Lingkungan														
5	Temperatur masuk evaporator														
6	Temperatur keluar evaporator														
7	Temperatur masuk kondenser														
8	Temperatur keluaran kondenser														
9	Temperatur Suction Kompresor														
10	Temperatur Discharge Kompresor														
11	Tegangan listrik														
12	Arus listrik														
13	Kelembaban Relatif Ruang kabin														
14	Keterangan														

BRINE COOLING

I. TUJUAN

Setelah dilaksanakan praktikum, praktikan akan mampu :

1. Memahami dan menjelaskan cara kerja sistem pemipaan dari system refrigerasi kompresi uap dengan menggunakan refrigerant sekunder (secondary refrigerant).
2. Mengidentifikasi komponen pemipaan dan kelistrikan yang digunakan pada *system brine cooling* yang diamati.
3. memahami dan menjelaskan cara kerja sistem kontrol kelistrikannya
4. Menganalisa Performansi dari sistem tersebut, berdasarkan data spesifikasi yang ada dan berdasarkan data hasil pengamatan
5. Membuat/memodifikasi diagram kelistrikan dari sistem refrigerasi kompresi uap dengan *secondary refrigerant*.

II. TEORI DASAR

Brine cooling merupakan salah satu sistem refrigerasi komersial yang banyak dipakai di industri-industri besar atau pada sistem tata udara.

Sistem ini menggunakan refrigeran sekunder (kedua) sebagai media pemindah kalor, yang sering kita kenal sebagai brine. Ada beberapa jenis brine yang sering digunakan pada sistem refrigerasi atau pada sistem tata udara, diantaranya adalah

- a. Alkohol (brine alkohol) biasanya terbuat dari etylen glycol
- b. Air garam (Brine) garam tersebut dari sodium chlorida dan calsium chlorida.
- c. Glycol terbuat dari glyserin, etylen glycol atau propylene glycol

Adapun jenis brine yang digunakan pada sistem refrigerasi yang saudara sedang pelajari saat ini adalah brine jenis propylene glycol. Karena sistem refrigerasi ini digunakan untuk membuat es balok, maka suhu brine harus lebih rendah dari 0 °C dan harus mampu tetap cair pada temperatur dibawah 0 °C agar sirkulasi pendinginan pada bak penampung es balok dapat berlangsung secara merata.

Komponen-komponen pada sistem ini antara lainl : Kompresor (jenis open type), kondenser, heat exchanger; cooling tower, bak penampung glycol (tempat pembuatan es); pompa brine; TXV; filter dryer; sight glass; agitator; sol.valve; oil separator dll.

III. TUGAS PENDAHULUAN

1. Sebutkan beberapa jenis kontrol aliran refrigeran dan jelaskan cara kerjanya.
2. Apa yang dimaksud dengan flooded evaporator dan untuk beban yang bagaimana?
3. Sebutkan beberapa jenis kondenser berdasarkan medium pendinginnya dan jelaskan cara kerjanya.

4. Mengapa pada refrigeran sekunder untuk pembuatan es balok digunakan garam (brine) bukan air?

IV. LANGKAH-LANGKAH PERCOBAAN

A. Pengamatan Sistem Refrigerasi

1. Catat komponen-komponen sistem refrigerasi yang digunakan beserta data spesifikasinya.
2. Gambar diagram pemipaan sistem refrigerasinya
3. Gambar diagram kontrol kelistrikannya (jika tidak mungkin/memungkinkan; maka dapat dibuat rangkaian yang lain, asalkan prinsip kerjanya tidak berubah/sama).
4. Setelah selesai pengamatan dan penggambaran diagram kelistrikan dan pemipaan, salin data pengamatan dan gambar-gambar tersebut dan kumpulkan ke instruktur.

B. Pengamatan Kinerja Sistem Refrigerasi (pengoperasian sistem)

1. Siapkan peralatan dan alat ukur yang dibutuhkan.
2. Tentukan titik-titik pengukuran.
3. Periksa air di bak Cooling tower dan cek kerja pompa air dari Cooling tower (bak harus terisi cukup air, dan blade pompa tidak macet).
4. Catat kondisi awal :
 - a. Temperatur udara lingkungan
 - b. Temperatur air di cetakan
 - c. Temperatur brine di bak penampungan brine.
5. Hidupkan pompa (air dan brine, Onn-kan saklar pompa)
6. Hidupkan kompresor
7. Hidupkan motor agitator
8. Lakukan pengambilan data setiap 25 menit..

V. DATA PENGAMATAN

Lakukan pengamatan/pengukuran data dengan selang waktu 25 menit (4 kali)

No	Titik pengukuran	Pengukuran ke -					Satuan
		0	1	2	3		
1	Temperatur brine masuk dan keluar Heat exchanger						
2	Temperatur air (produk) dicetakan						
3	Temperatur brine di dalam bak						
4	Temperatur air masuk C. Tower						
5	Temperatur air keluar C. Tower						
6	Temperatur discharge						
7	Temperatur suction						
8	Temperatur masuk kondensor						
9	Temperatur keluar kondensator						
10	Temperatur masuk evaporator						
11	Temperatur keluar evaporator						
12	Temperatur liquid line						
13	Tek. discharge (Masuk&Keluar Kond.)						
14	Tek. Suction (Masuk&Keluar Evap)						
15	Arus listrik						
16	Tegangan						
17	Volume air (produk)						

VI. TUGAS

Tugas saudara dari data yang diperoleh **buat laporan**, lakukanlah sbb:

1. Jelaskan cara kerja sistem refrigerasinya!
2. Jelaskan cara kerja sistem kontrol kelistrikannya!
3. Gambarkan pada diagram ph siklus refrigerasi yang terjadi untuk masing-masing pengamatan!
4. Hitung COP Carnot, COP actual dan efisien refrigerasinya!
5. Analisa perubahan temperatur air dan brine
6. Analisa tentang kerja cooling tower
7. Hitung :
 - Beban Produk
 - Q yang diserap oleh brine
8. Dengan spesifikasi mesin yang ada, hitung chilling time dan operating time-nya!
9. Buat kesimpulannya.

ICE CUBE MAKER

I. TUJUAN

Praktikum ini bertujuan agar praktikan dapat :

1. Mengidentifikasi komponen pada sistem *ice cube maker* dan menjelaskan fungsi-fungsinya.
2. Memahami prinsip kerja sistem refrigerasi kompresi uap pada *ice cube maker*.
3. Memahami proses pembuatan *ice cube*.
4. Memahami cara kerja sistem kontrol kelistrikkannya.
5. Menganalisa kinerja sistem, berdasarkan data spesifikasi yang ada maupun berdasarkan data hasil pengamatan/pengukuran.

II. TEORI DASAR

Ice cube maker adalah salah satu mesin pembuat es yang berupa/berbentuk kubus dengan ukuran pada umumnya adalah 2 Cm x 2 Cm x 2 Cm atau silinder berdiameter 2 cm dan tebal 2 cm. Sistem pendingin yang digunakan biasanya adalah sistem refrigerasi kompresi uap, pada bagian evaporatornya dipasang cetakan-cetakan berbentuk kubus (ada yang berbentuk bulat) yang merupakan tempat terbentuknya es yang di kehendaki.

Proses pembuatan es tersebut adalah: air dari tangki disemprotkan dengan menggunakan motor pompa air melalui nozzle, yang diarahkan ke permukaan cetakan (bagian dalam) yang berbentuk kubus. Temperatur evaporator dan cetakan berbentuk kubus sangat rendah (biasanya jauh di bawah 0°C) sehingga butiran-butiran air dari nozzle yang menempel pada permukaan bagian dalam dari cetakan es akan membeku, demikian seterusnya, hingga mencapai ketebalan tertentu (sampai memenuhi cetakan dan berbentuk es kubus).

Pada saat es sudah terbentuk dan siap diambil/dituai, maka perlu ditambahkan energi panas dengan mekanisme defrost agar es dapat lepas dari wadahnya dan jatuh ke dalam kotak penampungan.

Metoda *defrosting* yang umum dilakukan adalah :

- a. Sistem dengan elemen pemanas/heater
- b. aliran gas panas (*hot gas defrost*)

Untuk sistem yang menggunakan *electric defrost*, elemen pemanas yang dipasang pada bagian evaporator akan segera bekerja, sementara sistem refrigerasinya/siklusnya akan berhenti. Untuk sistem refrigerasi yang menggunakan *hot gas defrost*, kompresor akan tetap bekerja untuk mengalirkan refrigeran panas dari saluran *discharge* ke evaporator.

Peristiwa pembentukan es dan *defrost* akan terjadi terus menerus secara berulang-ulang hingga akhirnya kabin penampung akan dipenuhi oleh es berbentuk kubus dan sensor pada kotak penampungan akan bekerja untuk mengontrol sistem untuk menghentikan kerja sistem.

Ice cube maker ini pada umumnya banyak di gunakan pada restoran-restoran, hotel-hotel atau rumah makan dan sebagai alat untuk pembuatan es penyegar minuman.

Selain pembuat es bentuk kubus, dikenal juga sistem/alat yang dapat membuat es dalam bentuk serpih (*Ice Flake Maker*). Yang membedakan sistem ini dengan sistem *ice cube maker* adalah dari sistem mekanik pembentukan es dan cara penuaiannya.

III. TUGAS PENDAHULUAN

1. Apa yang dimaksud dengan *defrost* ?
2. Jelaskan kenapa bisa terjadi bunga es pada evaporator
3. Apa kerugian dengan adanya bunga es di evaporator ?
4. Sebutkan metoda-metoda *defrost*, dan jelaskan masing-masing cara kerjanya.
5. Sebutkan/gambarkan sistem pembuatan es pada *ice cube maker*.
6. Gambarkan /sketsa prinsip kelistrikan *ice cube maker* yang anda ketahui.
7. Perbanyaklah tabel data pengamatan untuk mempermudah pengambilan data.

IV. LANGKAH PERCOBAAN

A. Observasi.

- a. Catat data spesifikasi alat.
- b. Amati sistem pemipanya, gambarkan dan pelajari cara kerjanya.
- c. Amati sistem kontrol/kelistrikkannya (jika tidak memungkinkan, buatlah rangkaian yang lain yang biasanya dipakai pada sistem *ice cube maker*). Jelaskan cara kerjanya.

B. Pengamatan kinerja sistem

- a. Persiapkan alat berikut :
 1. Termometer gelas 2 buah
 2. Tang ampere
 3. Volt meter (multi meter)
 4. Manifold gauge (Pressure Gauge)
 5. Termometer digital 1 buah dan termokopel 4 buah.
- b. Langkah percobaan/pengambilan data.
 1. Tempatkan alat ukur/sensor alat ukur di lokasi yang akan diukur keadaannya. (lihat tabel data pengamatan)
 - Temperatur air dalam bak penampung.
 - Temperatur keluar kondensor dan evaporator.
 - Temperatur kabin
 - Tekanan masukan dan keluaran kompresor.
 - Arus dan tegangan listrik kompresor.

2. Catat keadaan awal sebelum sistem dijalankan dan isikan pada tabel data pengamatan di menit ke-nol.
3. Jalankan sistem, **1 menit** kemudian amati, isilah tabel pada periode-1 dengan data pengamatan hasil pengukuran.
4. Lakukan pengukuran dan isikan data pengamatan untuk menit-menit yang ditunjukkan pada **periode-1** sampai proses *defrost* terjadi. Beri keterangan pada menit-menit yang terjadi proses *defrost*. Timbanglah es yang dihasilkan setiap periode.
5. Lakukan langkah 3 dan 4 selama 10 (sepuluh) periode.

V. TUGAS

Dari data-data yang telah diperoleh dari praktikum tersebut :

1. Gambarkan sistem pemipaan refrigerasi alat yang dicoba, dan jelaskan cara kerjanya.
2. Gambarkan sistem kelistrikannya/kontrolnya, dan jelaskan cara kerjanya.
3. Gambarkan grafik temperatur **evaporator** terhadap **waktu** (temperatur pada sumbu tegak, dan waktu pada sumbu datar) untuk **periode-1**. Lakukan langkah tersebut untuk **periode-2** sampai **periode-10**, kemudian lakukan analisa pada grafik tersebut.
4. Gambarkan grafik temperatur **kabin es** terhadap **waktu** (temperatur pada sumbu tegak, dan waktu pada sumbu datar) untuk **periode-1**. Lakukan langkah tersebut untuk **periode-2** sampai **periode-10**, kemudian lakukan analisa pada grafik tersebut.
5. Gambarkan grafik temperatur **air pada bak penampungan** terhadap **waktu** (temperatur pada sumbu tegak, dan waktu pada sumbu datar) untuk **periode-1**. Lakukan langkah tersebut untuk **periode-2** sampai **periode-10**, kemudian lakukan analisa pada grafik tersebut.
6. Gambarkan siklus refrigerasi ice cube maker pada diagram P-h (setiap **menit** pada proses pendinginan) untuk **periode-1**. Tentukan COP refrigerasi pada masing-masing proses pendinginan, kemudian gambarkan grafik COP terhadap masing-masing proses pendinginan tersebut. Lakukan langkah tersebut untuk **periode-2** sampai **periode-10**, kemudian lakukan analisa pada grafik tersebut.
7. Gambarkan grafik **es yang dihasilkan** terhadap **periode pembuatan es**, kemudian lakukan analisa pada grafik tersebut.
8. Buatlah kesimpulan dari percobaan yang saudara lakukan.

Bacaan lebih lanjut :

Modern Refrigeration and Air Conditioning, Althouse dkk. th 1982 hal. : 85, 338, 417, 420, 438, 478, 526.

ASHRAE 1983 Equipment, bab 41.

Tabel data pengamatan:

No	Titik pengukuran	Perioda-0	Perioda-1						Perioda-2						Perioda-3					
		Menit ke	Menit ke						Menit ke						Menit ke					
		0	1	4	7	10	13	16	1	4	7	10	13	16	1	4	7	10	13	16
1	Tekanan suction																			
2	Tekanan discharge																			
3	Temperatur keluaran kondenser																			
4	Temperatur keluaran evaporator																			
5	Temperatur air dalam bak																			
6	Temperatur kabin																			
7	Tegangan listrik																			
8	Arus listrik																			
9	Keadaan es yang terbentuk (sempurna; bening; buram dst.), Jumlah, Kg																			
10	Catatan (defrost)																			

No	Titik pengukuran	Periode						Periode						Periode					
		Menit ke						Menit ke						Menit ke					
		1	4	7	10	13	16	1	4	7	10	13	16	1	4	7	10	13	16
1	Tekanan suction																		
2	Tekanan discharge																		
3	Temperatur keluaran kondenser																		
4	Temperatur keluaran evaporator																		
5	Temperatur air dalam bak																		
6	Temperatur kabin																		
7	Tegangan listrik																		
8	Arus listrik																		
9	Kedaaan es yang terbentuk (sempurna; bening; buram dst.), Jumlah, Kg																		
10	Catatan (defrost)																		