

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Refrigerasi merupakan proses penyerapan kalor dari ruangan bertemperatur tinggi, dan memindahkan kalor tersebut ke suatu medium tertentu yang memiliki temperatur lebih rendah serta menjaga kondisi tersebut sesuai dengan yang dibutuhkan.

Pada umumnya efek refrigerasi ini dimanfaatkan untuk mengkondisikan keadaan udara suatu ruangan. Kondisi yang ada dimanfaatkan untuk menunjang kenyamanan para pekerja di suatu ruang perkantoran dan industri ataupun dimanfaatkan untuk mendukung dan menjaga kualitas hasil produksi.

Dalam beberapa bidang industri seperti pengawetan makanan, perminyakan, pengolahan bahan-bahan kimia dan pendinginan setempat (*spot cooling*) pada industri baja dibutuhkan kondisi ruangan yang bertemperatur sangat rendah berkisar antara -30°C hingga -50°C.

Kisaran temperatur yang sangat rendah itu dapat dipenuhi oleh sistem refrigerasi satu tingkat yang menggunakan satu kompresor, sistem bertekanan banyak menggunakan lebih dari satu kompresor seperti yang terdapat pada sistem refrigerasi bertingkat (*multistage*) dan kombinasi dua atau lebih sistem refrigerasi tunggal (*cascade*) dimana satu sistem sebagai *high-stage* (HS) dan lainnya sebagai *low-stage* (LS).

Namun peningkatan performa unjuk kerja (COP) dan penghematan daya menjadi faktor seleksi bagi penerapannya dalam industri. Diantara ketiganya, sistem refrigerasi *cascade* merupakan cara yang terbaik untuk mendapatkan penghematan daya dan COP.

Sebagai solusi untuk menghasilkan kondisi bertemperatur sangat rendah dan hemat daya, keunggulan sistem refrigerasi *cascade* masih dapat diperbesar. Salah satu caranya adalah dengan menggunakan refrigeran alternatif yang dapat digunakan untuk memperoleh temperatur evaporasi yang sangat rendah (-60°C), ramah lingkungan dan menghasilkan nilai COP tinggi.

Semenjak disepakatinya protokol Montreal dan Kyoto terdapat dua kriteria yang harus dipenuhi suatu jenis refrigeran agar dapat digunakan secara aman dan komersial. Dua kriteria tersebut adalah ODP (*Ozone Depletion Potential*) merupakan nilai yang menunjukkan potensi suatu jenis refrigeran terhadap kerusakan ozon dan GWP (*Global Warming Potential*) merupakan nilai yang menunjukkan potensi suatu jenis refrigeran terhadap pemanasan global.

R170 dan R744 memiliki nilai ODP dan GWP yang kecil sehingga memenuhi syarat sebagai refrigeran alternatif. Disamping ramah lingkungan, R744 juga tidak mudah terbakar dan tidak mengandung racun serta mudah didapat dipasaran dengan harga yang relatif murah. Akan tetapi, kelemahan dari R744 adalah tekanan kerja yang tinggi serta temperatur triple point yang tinggi (5,11 bar; -56,4°C), sehingga tidak bisa dipakai pada sistem refrigerasi dengan aplikasi temperatur rendah, karena itu R744 digunakan sebagai bahan campuran refrigeran dengan refrigeran hidrocarbon lainnya.

Dari diagram T-x, campuran R170/R744, terlihat bahwa refrigeran tersebut bercampur dengan cukup sempurna mendekati campuran azeotrop pada komposisi massa 50:50 pada temperatur -30°C s/d -90°C. Azeotrop adalah campuran antara dua atau lebih senyawa pada komposisi tertentu yang tidak bisa dipisahkan dengan metode destilasi biasa. Sehingga dipilih menjadi alternatif campuran refrigeran dalam penelitian ini.

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Sistem refrigerasi yang ada saat ini masih banyak yang menggunakan sistem tunggal, dalam penelitian ini dirancang suatu sistem refrigerasi gabungan dua siklus tunggal (*cascade*) yang dapat menghasilkan temperatur sangat rendah dengan menggunakan *double pipe heat exchanger* sebagai *cascade heat exchanger*. Diharapkan daya yang dibutuhkan oleh sistem bertingkat sebanding dengan temperatur dan COP yang dihasilkan.

1.3 TUJUAN PENULISAN

Penulisan skripsi ini memiliki tujuan :

1. Modifikasi sistem refrigerasi *cascade*
2. Menganalisa kinerja sistem refrigerasi *cascade* dengan melakukan:
 - variasi komposisi campuran R170/R744
 - variasi bukaan katup *Ekspansion Valve* pada bagian LS
 - variasi Refrigeran pada bagian HS

1.4 PEMBATAAN MASALAH

Hal yang akan dibahas dalam makalah ini adalah nilai COP serta kecenderungan parameter-parameter yang mempengaruhi nilai COP dari sistem refrigerasi *cascade*, dengan asumsi dan batasan sebagai berikut :

1. Refrigeran yang digunakan adalah R22 dan R290 (HS) dan campuran R170/R744 (LS)
2. Total Massa Refrigeran campuran R170/R744 sebesar 100 g dengan HS R22 dan 150 g dengan HS R290
3. Variasi Komposisi Massa R170/R744 : 60-40; 50-50; dan 100:0 dengan HS R22 dan 100:50 dengan HS R290
4. Variasi Bukaan Katup *Ekspansion Valve Low-Stage* : Normally Closed; 75% Normally Closed; 50% Normally Closed
5. Jenis kompresor HS yang digunakan adalah jenis kompresor untuk refrigeran R-22. Jenis kompresor LS yang digunakan adalah jenis kompresor untuk refrigeran R-404a.
6. Sistem dianggap siklus ideal

1.5 METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Studi literatur merupakan proses pengumpulan informasi yang berkaitan dengan materi bahasan yang berasal dari buku-buku, jurnal yang berasal dari dosen maupun perpustakaan.

2. Modifikasi Sistem Refrigerasi *Cascade*

Modifikasi ini meliputi rancang ulang sistem pemipaan dan penambahan alat ukur tekanan dan temperatur, serta pemasangan sight glass dan manual ekspansion valve pada sisi High-Stage dan Low-Stage.

3. Pengadaan Alat

Proses ini meliputi persiapan dan pembelian terhadap alat-alat yang dibutuhkan untuk melakukan pengujian. seperti kompresor, pipa, kawat las, *pressure gage*, termometer digital, power meter, refrigeran R170, refrigeran R744, Refrigeran R22, Refrigeran R290, timbangan digital.

4. Perbaikan Alat uji

Perbaikan alat uji dilakukan untuk mengembalikan dan meningkatkan kondisi alat, sehingga pengujian dapat dilakukan. Perbaikan dilakukan pada bagian-bagian seperti sambungan pipa, isolator dinding pipa, penambahan alat ukur tekanan dan temperatur, pemasangan sight glass, pemasangan ekspansion valve.

5. Pengujian sistem

Pengujian dilakukan dengan memantau data dari alat ukur seperti *pressure gage*, termometer digital, power meter, untuk mengetahui karakteristik refrigeran dan COP sistem secara keseluruhan. Proses pengujian meliputi proses kalibrasi alat ukur, pengambilan data melalui alat ukur, dan perhitungan COP sistem.

6. Analisa dan Kesimpulan Hasil Pengujian

Data yang telah diolah, dianalisa terhadap grafik yang diperoleh. Dari analisa tersebut akan diperoleh kesimpulan terhadap proses pengujian, dan mengetahui COP sistem refrigerasi *cascade*.

1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Agar laporan tugas akhir ini memiliki struktur yang baik dan tujuan penulisan dapat tercapai dengan baik, maka penulisan tugas akhir ini akan mengikuti sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Bagian ini berisi tentang latar belakang yang melandasi penulisan skripsi, perumusan masalah, tujuan penulisan, pembatasan masalah, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II DASAR TEORI

Bab ini menjelaskan teori–teori yang mendasari penelitian ini. Dasar teori meliputi: dasar teori tentang sistem refrigerasi dan dasar pemilihan refrigeran. Dasar teori yang ada di kutip dari beberapa buku dan referensi lain yang mendukung dalam penulisan ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisikan tentang deskripsi alat pengujian yang digunakan, metode persiapan dan metode pengambilan data yang dilakukan.

BAB IV HASIL DAN ANALISA

Bab ini berisi tentang hasil yang diperoleh dari proses pengujian, serta analisa terhadap COP sistem refrigerasi *cascade*.

BAB V KESIMPULAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari hasil percobaan dan beberapa saran yang diberikan untuk perbaikan pada percobaan yang akan datang.

