

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Refrigerasi merupakan proses penyerapan kalor dari suatu medium dengan temperatur lebih tinggi, kemudian memindahkan kalor tersebut ke medium lain yang memiliki temperatur lebih rendah, serta menjaganya pada suatu kondisi yang diinginkan. Umumnya efek refrigerasi ini dimanfaatkan untuk mengkondisikan keadaan udara dalam suatu ruang tertentu, seperti ruang kantor, ruang penyimpanan barang, hingga ruang tempat pengawetan. Manfaatnya yang sangat besar tersebut digunakan pada berbagai bidang industri seperti industri manufaktur, industri makanan, industri perminyakan, hingga industri kimia. Salah satu contohnya adalah pada industri baja, dimana refrigerasi digunakan untuk mendinginkan suatu ruang khusus yang digunakan untuk mendinginkan baja pada temperatur -20°C hingga temperatur -60°C .

Saat ini banyak alat-alat tertentu yang secara khusus membutuhkan pendinginan hingga temperatur yang sangat dingin namun hanya dalam kapasitas yang tergolong kecil dan belum berskala *cold storage*. Penggunaan box pendingin kecil yang mampu menghasilkan temperatur yang sangat rendah menjadi alternatif utama saat ini. Namun adanya pembatasan terhadap penggunaan refrigeran yang memiliki nilai ODP dan GWP yang tinggi mengakibatkan perlunya seleksi refrigeran yang lebih baik, dan untuk itu diperlukan simulasi untuk mengetahui perkiraan performa sistem.

Untuk dapat mencapai temperatur evaporasi yang lebih rendah, pada umumnya menggunakan sistem refrigerasi bertingkat, dan salah satu solusinya adalah sistem refrigerasi *cascade*. Dengan menggunakan sistem *cascade*, maka kalor pada evaporator *high-stage* dapat digunakan untuk mendinginkan kondenser pada *low-stage* dengan bantuan alat penukar kalor, sehingga temperatur evaporator pada *low-stage* yang dapat dicapai dapat lebih rendah. Kalor dari

evaporator *low-stage* itulah yang akan digunakan untuk mendinginkan box pendingin.

Selain sebagai solusi untuk mencapai temperatur yang sangat rendah, sistem refrigerasi *cascade* juga memiliki keunggulan dalam hal penghematan daya, meskipun menggunakan dua buah kompresor, namun daya yang dibutuhkan oleh masing-masing kompresor cukup rendah. Namun dalam usaha menghemat daya tersebut, seringkali hasil temperatur yang didapat menjadi tidak sesuai dengan yang dibutuhkan. Oleh karena itu, variasi terhadap salah satu parameter yang menentukan kinerja sistem dilakukan untuk mengetahui kinerja optimal yang dicapai. Salah satu caranya adalah dengan memvariasikan tekanan pada sistem *low-stage*. Dampak dari variasi yang ditimbulkan bukan hanya perubahan pada sistem *low-stage* saja, tapi juga sistem *high-stage* dan sistem secara keseluruhan.

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Sistem refrigerasi yang ada saat ini masih banyak yang menggunakan sistem tunggal, penelitian ini dirancang suatu sistem refrigerasi bertingkat yang dapat menghasilkan temperatur sangat rendah dengan menggunakan *shell and tube heat exchanger* sebagai *cascade*. Diharapkan daya yang dibutuhkan oleh sistem bertingkat sebanding dengan temperatur dan performa yang dihasilkan.

1.3 TUJUAN PENULISAN

Penulisan skripsi ini memiliki tujuan :

1. Merancang dan membuat sistem refrigerasi *cascade*.
2. Membuat simulasi numerik dengan membandingkan beberapa jenis refrigeran pada temperatur rendah.
3. Melakukan pengujian dengan menggunakan sistem refrigerasi *cascade*.
4. Menganalisa kinerja sistem refrigerasi *cascade* dengan membuat variasi tekanan pada sistem *low-stage*.

1.4 PEMBatasan MASALAH

Hal yang akan dibahas dalam makalah ini adalah performa dari *cascade* refrigeration system, dengan asumsi dan batasan sebagai berikut :

1. Kompresor yang digunakan ada 2 buah, dan masing-masing adalah tipe *semi-hermetic* dengan daya 1 HP.
2. Sistem ekspansi dilakukan dengan menggunakan pipa kapiler.
3. Sistem *cascade* menggunakan *shell and tube heat exchanger*.
4. Laju beban pendinginan diusahakan tidak ada dengan cara mengosongkan box pendingin.
5. Refrigeran yang digunakan adalah R22 pada *high-stage* dan R404A pada *low-stage*.

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. Simulasi Sistem Refrigerasi
Proses ini meliputi simulasi terhadap beberapa refrigeran dan membandingkan kinerjanya satu dengan lainnya.
3. Perancangan Sistem Refrigerasi *Cascade*
Perancangan ini meliputi rancangan terhadap alat yang akan digunakan dan sistem kerja alat.
4. Pengadaan Alat
Proses ini meliputi persiapan dan pembelian terhadap alat-alat yang dibutuhkan untuk melakukan pengujian. seperti kompresor, pipa, kawat las, *oil separator*, akumulator, *filter dryer*, *pressure gage*, termometer digital, *control panel*, *amperemeter*, dan *voltmeter*.
5. Perbaikan Alat uji
Perbaikan alat uji dilakukan untuk mengembalikan dan meningkatkan kondisi alat lama sehingga dapat bekerja normal, sehingga pengujian dapat dilakukan. Perbaikan dilakukan pada bagian-bagian seperti sambungan pipa, isolator dinding pipa, dan bagian dalam box pendingin.

6. Pengujian sistem

Pengujian dilakukan dengan memperhatikan data dari alat indikator seperti *pressure gage*, termometer digital, *amperemeter*, dan *voltmeter*, untuk mengetahui karakteristik refrigeran dan performa sistem secara keseluruhan. Proses pengujian meliputi proses kalibrasi alat ukur, pengambilan data melalui alat indikator, dan mengukur performa sistem refrigerasi.

7. Analisis dan Kesimpulan Hasil Pengujian

Data yang telah diolah diproses dan melakukan analisis terhadap grafik yang diperoleh. Dari analisa tersebut akan diperoleh kesimpulan terhadap proses pengujian, dan mengetahui kinerja sistem refrigerasi bertingkat dengan menggunakan sistem *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 I 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: sejarah penggunaan refrigeran, penipisan lapisan ozon, perubahan iklim, dasar pemilihan refrigeran, dan teori dasar sistem refrigerasi. Dasar teori ini dikutip dari beberapa buku dan referensi lain yang mendukung dalam penulisan ini.

BAB III SIMULASI SISTEM REFRIGERASI

Bab ini berisi tentang sifat-sifat beberapa refrigeran tunggal dan refrigeran campuran dan proses simulasi yang dilakukan terhadap refrigeran tersebut dengan bantuan komputer. Simulasi tersebut meliputi simulasi refrigeran campuran R404A dan R744/R170, dan

refrigeran tunggal R23, R170, R744 yang dilakukan pada sistem refrigerasi tunggal.

BAB IV METODE PENGUJIAN

Bab ini berisikan tentang deskripsi alat pengujian yang digunakan dan metode pengujian yang dilakukan.

BAB V HASIL DAN ANALISIS

Bab ini berisi tentang hasil yang diperoleh dari proses pengujian, serta analisis terhadap kinerja sistem refrigerasi dua tingkat dengan menggunakan *cascade*.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

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

