

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Es krim adalah makanan beku yang terbuat dari campuran produk susu, perasa dan pewarna, yang bersuhu sangat rendah ($<2\text{ }^{\circ}\text{C}$ atau $35\text{ }^{\circ}\text{F}$) [1]. Seperti makanan lainnya, es krim dapat dinikmati dalam berbagai variasi. Salah satu contoh penyajian es krim adalah dengan wadah *cone*, menggunakan *scoop*, dan bentuk gulung. Es krim tersebut pada umumnya disimpan dalam mesin pendingin dalam waktu yang cukup lama, seperti es krim *cone* dan *scoop*. Berbeda dengan es krim gulung, makanan ini dibekukan di atas pelat dingin sebelum disajikan.

Beberapa tahun ini, es krim dalam bentuk gulung banyak digemari oleh para penikmat makanan [2]. Oleh karena itu, tidak dapat dipungkiri bahwa di kota-kota besar mudah ditemukannya para pengusaha es krim gulung. Untuk menjalankan usaha ini dibutuhkan mesin pendingin. Pada dasarnya mesin es krim terdiri dari pelat dingin dengan bantuan mesin pendingin pada bagian bawahnya. Fungsi dari pelat dingin tersebut sebagai tempat pembekuan adonan es krim yang digunakan. Salah satu perusahaan yang telah menjual mesin ini adalah Maksindo. Maksindo adalah sebuah pabrik, importir, dan distributor mesin-mesin. Mesin es krim yang dijual pihak Maksindo ternyata masih ada yang menggunakan fluida kerja (*refrigerant*) yang terlarang, yaitu R22.

Di antara HCFC (Hydro Chloro Fluoro Carbon) lainnya, R22 adalah fluida pendingin yang paling banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, terutama sistem pendinginan [3]. Pada penelitian sebelumnya penggunaan R22 telah diaplikasikan pada sebuah sistem refrigerasi kompresi uap dengan sebuah *sub-cooling heat exchanger*. Dengan adanya penambahan *sub-cooling heat exchanger* membuat proses pendinginan pada evaporator menjadi lebih dingin dibandingkan tanpa HEX tersebut [4]. Selain itu terdapat pemanfaatan R22 sebagai *refrigerant* pada sistem pendingin skala besar untuk gedung berupa Chiller [3]. Pemanfaatan lainnya adalah menjadikan R22 sebagai fluida pendingin untuk ruangan AC di China. Akan tetapi pada penelitian ini ditemukan dampak buruk penggunaan R22 di masa yang akan datang bagi lapisan ozon, sehingga sangat disarankan terdapat *refrigerant* lain sebagai alternatif yang lebih baik [5]. Salah satu *refrigerant* yang

dapat dijadikan alternatif adalah R134a. R134a adalah salah satu *refrigerant* alternatif R22 yang paling prospektif karena ODP nol, GWP rendah, non-toksikitas dan tidak mudah terbakar. Salah satu pemanfaatan R134a adalah sebagai *Spray Cooling*. *Spray Cooling* adalah salah satu teknologi yang dibuat untuk penghilang panas pada peralatan yang cenderung memiliki permukaan panas yang tinggi [6]. R134a juga dimanfaatkan dalam sistem pendinginan dengan menggunakan sistem refrigerasi kompresi uap ditambah dengan *internal heat exchanger* (IHX) untuk meningkatkan kinerja sistem [7]. Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya [3, 4, 5, 6, 7], tidak ada sistem yang dapat dijadikan sebagai mesin pendingin untuk pembekuan adonan es krim di atas pelat maupun pendinginan pelat. Akan tetapi, pemanfaatan Sistem Refrigerasi Kompresi Uap (SRKU) adalah salah satu dasar sistem pendingin yang paling sering digunakan dan dapat digunakan untuk pendinginan pelat dan pembekuan adonan es krim di atas pelat.

Selain dilakukannya penggantian *refrigerant*, pada umumnya mesin pendingin dengan Sistem Refrigerasi Kompresi Uap membutuhkan waktu sekitar 3-6 jam untuk membekukan bahan es krim [8]. Proses pembekuan tersebut membutuhkan waktu yang lama karena dibutuhkan suhu yang sangat rendah, yaitu $<2^{\circ}\text{C}$ [1]. Untuk mempercepat proses tersebut dibutuhkannya perancangan mesin pendingin dengan waktu yang lebih cepat, yaitu 5 menit. Oleh karena itu, pada kegiatan Tugas Akhir ini dilakukan pembuatan pelat dingin dengan menggunakan Sistem Refrigerasi Kompresi Uap sebagai mesin pendingin dan R134a sebagai fluida kerja. Sistem kompresi uap terdiri dari kompresor, kondensor, pipa kapiler, dan evaporator. Untuk menghasilkan suhu tersebut, perancang mesin pendingin dilakukan terlebih dahulu. Perancangan ini diawali dengan perhitungan beban pendinginan (*Cooling load*). Perhitungan beban pendinginan digunakan untuk menentukan ukuran atau jenis komponen yang akan mempengaruhi konsumsi energi yang dibutuhkan [9]. Pada sistem ini, beban pendinginan dipengaruhi dua hal, yaitu kalor sensibel yang dibutuhkan untuk merubah cairan adonan es krim dan kalor perpindahan panas secara konveksi alami antara pelat dan udara. Kalor beban pendinginan tersebut diasumsikan sama dengan kalor yang diserap oleh evaporator, karena sisi atasnya menempel dengan pelat dan untuk sisi bawah juga sekelilingnya diberi insulator sehingga tidak dipengaruhi oleh lingkungan. Meskipun sudah diberi

insulator, suhu *refrigerant* pada evaporator harus lebih rendah dari suhu pelat yang ingin dicapai. Pada penelitian ini suhu evaporator dirancang pada suhu sekitar -20°C . Selain menghindari faktor insulasi yang tidak sempurna, perancangan suhu evaporator pada suhu -20°C dapat membuat pendistribusian pendinginan plat maupun pembekuan bahan es krim pada suhu 2°C akan lebih cepat tercapainya. Jika kalor serap evaporator telah diketahui, maka dapat diketahui juga besar kalor buang kondensor dan kerja kompresor yang dibutuhkan dalam sistem ini sehingga proses pendinginan plat dan pembekuan bahan es krim dapat tercapai dalam waktu yang ditentukan.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang dapat disimpulkan pada latar belakang tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana perancangan pelat dingin dengan sistem refrigerasi kompresi uap?
2. Bagaimana mendinginkan pelat selama 5 menit dengan sistem refrigerasi kompresi uap?
3. Bagaimana membekukan bahan es krim selama 4 menit dengan sistem refrigerasi kompresi uap?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian pada tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui kerja minimal dari kompresor yang dibutuhkan untuk proses pendinginan pelat dan pembekuan bahan es krim.
2. Mengetahui besar beban pendinginan pada pelat yang akan diserap oleh evaporator pada sistem refrigerasi kompresi uap.
3. Mengetahui besar beban pendinginan pada bahan es krim yang akan diserap oleh evaporator pada sistem refrigerasi kompresi uap.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada pengerjaan tugas akhir ini adalah:

1. Analisa dilakukan dengan asumsi sistem refrigerasi kompresi uap ideal.
2. Pada saat perancangan suhu lingkungan diasumsikan 30°C
3. Bahan es krim yang digunakan saat percobaan sebesar 45 gram.
4. Suhu untuk pembekuan es krim adalah 2°C

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian dalam tugas akhir ini adalah dapat menghasilkan pelat dingin dan pembekuan adonan es krim pada pelat dengan bantuan sistem refrigerasi kompresi uap.

1.6 Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah:

1. Studi Literatur

Metode studi literatur merupakan tahapan awal yaitu yang dilakukan dengan cara pengumpulan segala referensi dan pustaka-pustaka yang terkait pada penelitian ini.

2. Rancang Bangun Alat

Pada tahapan ini dilakukan perancangan sistem refrigerasi uap sesuai dengan hasil pemahaman yang telah disesuaikan dengan studi literatur.

3. Diskusi

Dalam tahapan diskusi ini melakukan tanya jawab dengan dosen pembimbing dan rekan-rekan mahasiswa serta orang yang ahli dalam bidang materi yang terkait mengenai tugas akhir.

4. Pembuatan Alat Uji dan Realisasi

Tahapan ini merealisasikan lebih lanjut dalam metode awal yaitu perancangan alat serta dilakukannya pengujian alat dan kalibrasi terlebih dahulu.

5. Analisis dan Kesimpulan

Metode ini merupakan tahap akhir dalam mengerjakan tugas akhir, dengan dilakukannya analisis dan kesimpulan dalam perhitungan serta pengolahan data yang telah didapat.

1.7 Jadwal Penelitian

Tabel 1. 1 Jadwal penelitian pada tugas akhir.

No	Rincian Tahap Pekerjaan	Bulan / Tahun										
		7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
		2018					2019					
1	Pemilihan Judul TA											
2	Penulisan Karya Ilmiah dan Proposal (PKIP)											
3	Seminar PKIP											
4	Rancang bangun mesin pendingin dan pelat											
5	Pengambilan dan Pengolahan Data Pengukuran											
6	Analisis dan Kesimpulan Penelitian											
7	Sidang TA											