

PERANCANGAN KONDENSOR UNTUK FAST CHILLER DENGAN KAPASITAS 10 LITER MAKANAN CAIR

David Hubert¹⁾, Ekadewi Anggraini Handoyo²⁾

Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra
Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Indonesia^{1,2)}

Phone: 0062-31-8439040, Fax: 0062-31-8417658^{1,2)}

E-mail : m24413053@john.petra.ac.id¹⁾, ekadewi@peter.petra.ac.id²⁾

ABSTRAK

Fast chiller pernah dibuat oleh Ellihu untuk mendinginkan 10 liter kuah kaldu dalam waktu 75 menit. Tetapi setelah melakukan percobaan, muncul pressure drop yang cukup tinggi pada bagian kondensor sebesar 1 MPa. Oleh sebab itu timbul pemikiran untuk mencoba mengganti kondensor dengan ukuran yang lebih kecil. Panjang pipa dihitung terlebih dahulu dengan memperhatikan beban kuah yang akan didinginkan dari 70°C menjadi 3°C dalam waktu 90 menit. Dari perhitungan, panjang pipa yang dibutuhkan kondensor adalah 8,58 meter. Karena pembuatan kondensor perlu waktu lama dan biaya yang besar maka diputuskan mencari kondensor yang tersedia di pasaran yaitu merk Frigair TCM 060. Mesin fast chiller tetap menggunakan komponen-komponen yang sama sesuai dengan yang terdahulu, kecuali komponen kondensor dan orifice pada katup ekspansi yang diganti dengan yang yang lebih kecil dari orifice 04 menjadi orifice 01. Hasil uji coba mesin menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk mendinginkan kuah kaldu dari 70°C ke 3°C adalah rata-rata 83 menit.

Kata kunci : Fast chiller, pressure drop, kondensor

1. Pendahuluan

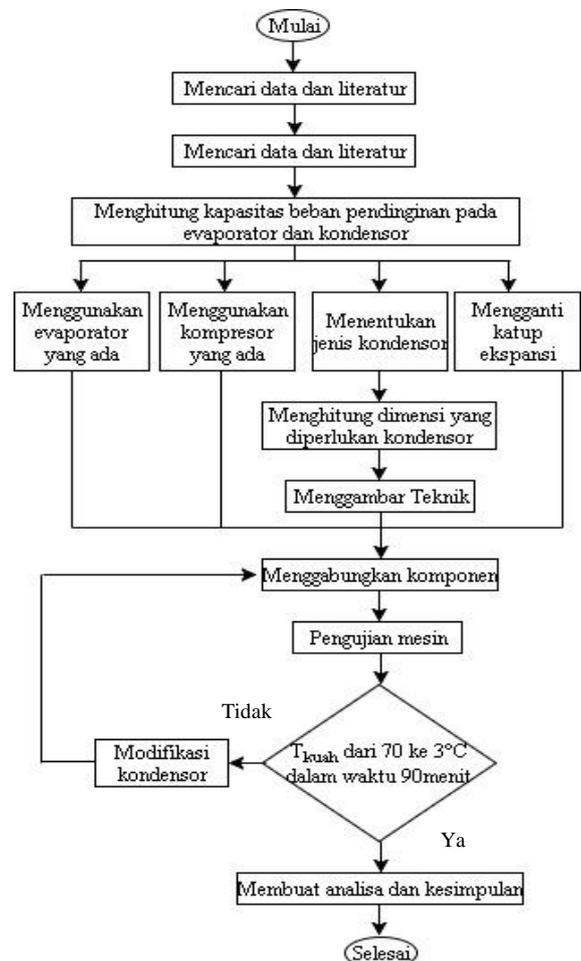
Fast chiller pernah dibuat oleh Ellihu Yona Kurniawan [1]. *Fast chiller* ditargetkan untuk melakukan pendinginan dalam waktu 75 menit dan pada saat melakukan percobaan didapatkan waktu pendinginan 60,5 menit. Tetapi setelah dilakukan percobaan, terdapat *pressure drop* yang cukup besar pada salah satu komponen, yaitu pada kondensor sebesar 1 MPa.

Waktu pendinginan yang dibutuhkan lebih cepat 15 menit atau 20% dari target 75 menit tetapi membuat *pressure drop* di komponen kondensor besar. Oleh karena itu timbul pemikiran untuk mengganti kondensor dengan ukuran yang lebih kecil.

Kondensor dirancang dan dibuat dengan tujuan agar *pressure drop* yang terjadi lebih kecil dibanding sebelumnya tetapi kemampuan *fast chiller* tetap sesuai dengan desain yaitu untuk mendinginkan 10 liter kuah kaldu dari 70°C menjadi 3°C dalam 90 menit.

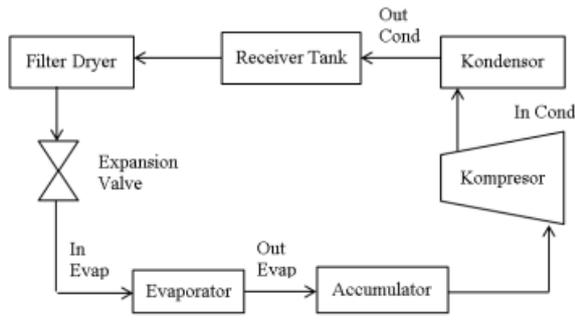
Dengan kondensor yang lebih kecil, maka manfaat yang didapat adalah ukuran alat tersebut menjadi lebih kecil dan lebih ekonomis jika dikomersialkan serta *pressure drop* refrigerant berkurang.

2. Metode Penelitian



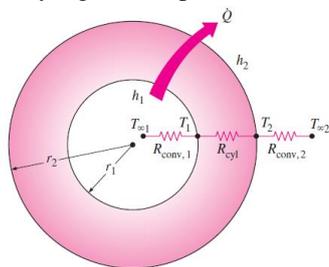
3. Hasil dan Pembahasan

Siklus yang digunakan pada mesin *fast chiller* adalah siklus kompresi uap ideal. Siklus tersebut dipilih karena memiliki sistem yang sederhana, kompak, dan komponen-komponen yang digunakan sederhana serta ukuran masing-masing komponen yang tidak terlalu besar. Siklus mesin ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1 Siklus mesin *Fast Chiller*

Penghitungan dimulai dari kapasitas evaporator dan kondensor. Dari penghitungan didapatkan kapasitas evaporator adalah 659 Watt sedangkan kapasitas kondensor adalah 1210 Watt. Selanjutnya dalam merencanakan desain kondensor, dilakukan perhitungan panjang pipa terlebih dahulu. Dalam menentukan panjang pipa yang dibutuhkan oleh kondensor, jala-jala termal harus dibuat terlebih dahulu seperti yang terlihat pada Gambar 2 [2].



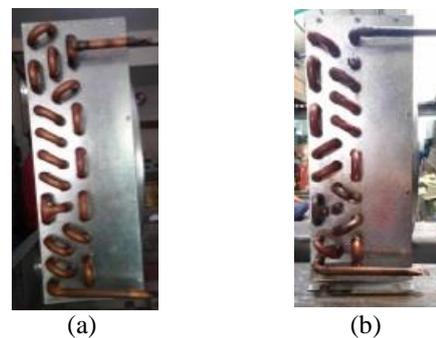
Gambar 2 Jala-jala termal

Dari hasil perhitungan didapatkan panjang pipa yang dibutuhkan adalah 8,58 meter. Pipa yang digunakan pada kondensor adalah pipa tembaga dengan ukuran 3/8 inch. Diameter luar pipa adalah 9,525 mm dan diameter dalam adalah 7,9 mm. Pada kondensor juga dipasang *fin* agar luasan perpindahan panas lebih besar dengan tebal sebesar 0,5 mm.

Pada awalnya, kondensor ingin dibuat dari langkah paling dasar yaitu berupa pipa-pipa tembaga yang ditekek dan disisipkan *fin*. Tetapi tidak bisa diwujudkan karena menunggu proses pembuatan kondensor memakan waktu yang lama dan biaya yang diperlukan untuk membuat kondensor tersebut yang cukup mahal. Maka diputuskan untuk mencoba mencari kondensor komersial yang tersedia di pasaran dengan kriteria yang sesuai dengan dimensi yang telah dihitung. Setelah mencari di pasaran, dipilih kondensor merk Frigair tipe TCM 060. Kondensor tersebut memiliki kapasitas 1,88 kW dan panjang pipa 10,56 meter.

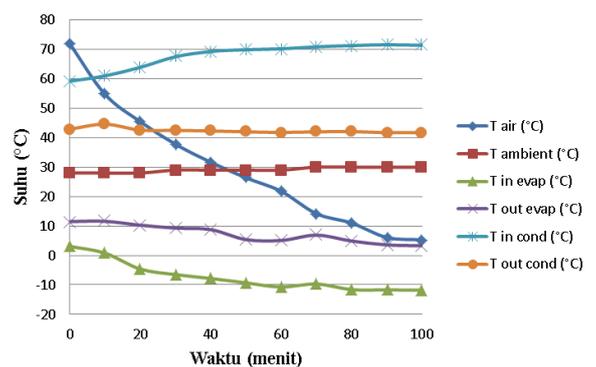
Di dalam tugas akhir ini juga dilakukan penggantian *orifice* pada katup ekspansi dari *orifice* 04 menjadi *orifice* 01 karena saat melakukan uji coba mesin dengan *orifice* 04, suhu air dalam panci tidak banyak turun. Suhu awal air adalah 31°C, mesin dijalankan selama 25 menit dan suhu air hanya turun 1°C menjadi 30°C sehingga diambil keputusan untuk mengganti *orifice*. Perbedaan terletak pada kapasitasnya. *Orifice* 04 memiliki kapasitas 9,9 kW sedangkan *orifice* 01 memiliki kapasitas 2,6 kW.

Saat dilakukan uji coba mesin, pada awalnya kondensor memiliki 2 *inlet* seperti pada Gambar 3a, tetapi dari hasil percobaan didapatkan data air tidak mencapai suhu 3°C. Karena tidak tercapai, kondensor dimodifikasi menjadi 1 *inlet* seperti pada Gambar 3b.

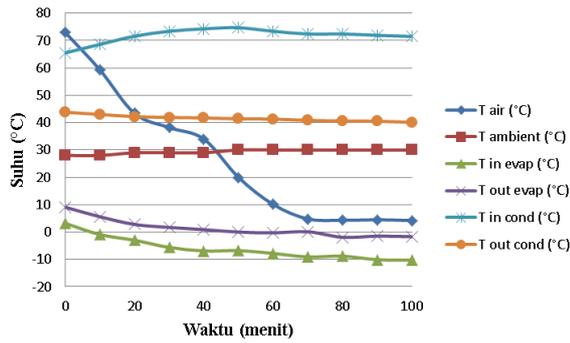


Gambar 3 (a) 2 *inlet*, (b) 1 *inlet*

Pada saat kondensor digunakan untuk uji coba, terdapat dua versi percobaan. Percobaan pertama adalah percobaan dengan jalur pipa yang memiliki 2 *inlet*. Percobaan kedua adalah percobaan dengan jalur pipa yang memiliki 1 *inlet*. Uji coba 2 *inlet* dilakukan sebanyak dua kali dan menggunakan air. Hasil uji coba terdapat pada Gambar 4 dan 5.



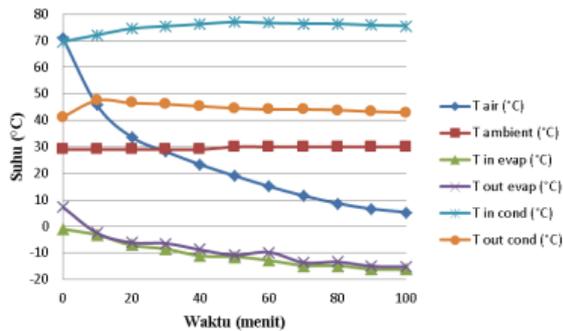
Gambar 4 Hasil uji coba pertama dengan kondensor 2 *inlet*



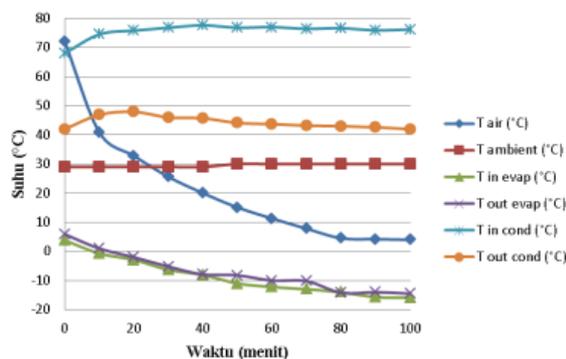
Gambar 5 Hasil uji coba kedua dengan kondensor 2 *inlet*

Dari dua kali uji coba, didapatkan data air dari suhu 70°C mencapai suhu 5°C dan 4°C.

Percobaan kedua adalah percobaan dengan kondensor 1 *inlet*. Uji coba dilakukan sebanyak dua kali dan menggunakan air. Hasil uji coba terdapat pada Gambar 6 dan 7.



Gambar 6 Hasil uji coba pertama dengan kondensor 1 *inlet*

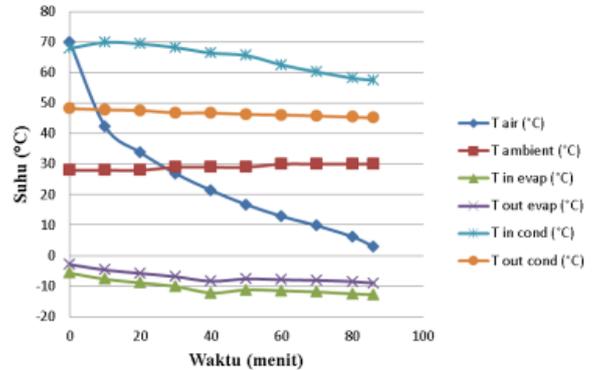


Gambar 7 Hasil uji coba kedua dengan kondensor 1 *inlet*

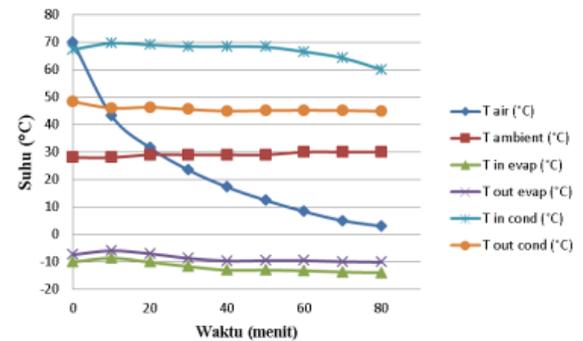
Setelah melakukan uji coba mesin, didapatkan hasil yang tidak jauh berbeda antara 2 *inlet* dengan 1 *inlet* dimana air dari suhu 70°C mencapai suhu 5°C dan 4°C, sehingga diputuskan untuk tetap menggunakan 1 *inlet* pada kondensor.

Selanjutnya mesin *fast chiller* digunakan untuk mendinginkan kuah kaldu dari 70°C menjadi 3°C.

Percobaan dilakukan sebanyak dua kali. Hasil percobaan terdapat pada Gambar 8 dan 9.



Gambar 8 Hasil uji coba pertama pendinginan kuah kaldu



Gambar 9 Hasil uji coba kedua pendinginan kuah kaldu

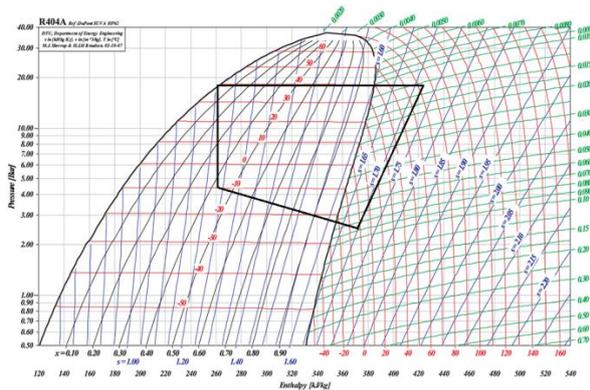
Dari dua kali uji coba, didapatkan data kuah kaldu dari 70°C berhasil mencapai suhu 3°C dalam waktu 86 menit dan 80 menit.

Secara keseluruhan, perbandingan hasil percobaan dalam tugas akhir ini dengan percobaan yang dilakukan oleh Ellihu dapat dijabarkan sebagai berikut :

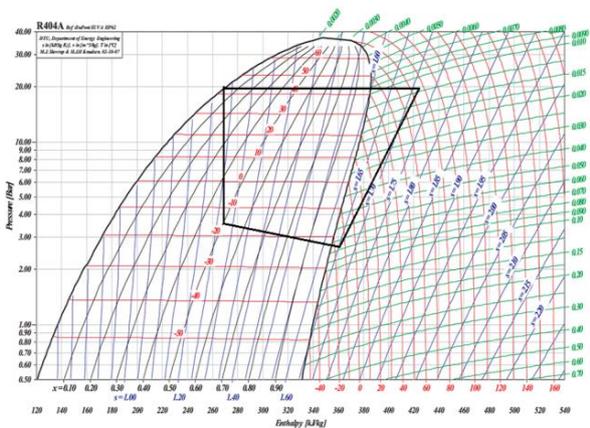
Dari segi kapasitas dan panjang pipa, kondensor yang digunakan terdahulu memiliki kapasitas sebesar 3,5 kW dengan panjang total pipa pada kondensor tersebut adalah 30,72 m. Sedangkan saat ini kondensor yang digunakan memiliki kapasitas sebesar 1,88 kW dengan jumlah panjang pipa adalah 10,56m. Dari segi besar arus listrik, dari percobaan terdahulu didapatkan arus listrik sebesar 4,9A. Sedangkan percobaan dengan 1 *inlet* didapatkan arus listrik sebesar 2,2A sedangkan dengan 2 *inlet* sebesar 2,8A.

Diagram P-h hasil percobaan 2 *inlet* ditunjukkan oleh Gambar 10, percobaan 1 *inlet* ditunjukkan oleh Gambar 11 dan percobaan pendinginan kuah kaldu sekarang ditunjukkan oleh Gambar 12. Gambar 13 menunjukkan mesin *fast chiller* yang digunakan untuk mendinginkan kuah kaldu

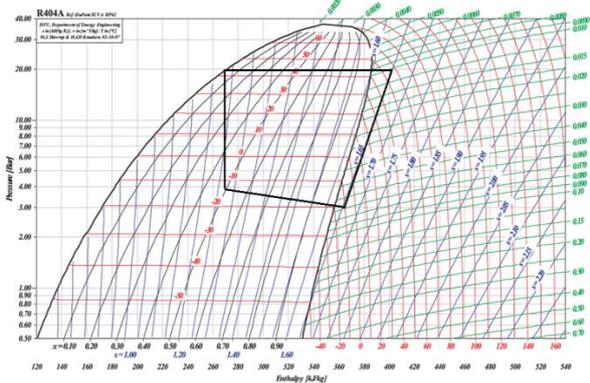
Gambar 12 Diagram P-h hasil percobaan pendinginan kuah kaldu



Gambar 10 Diagram P-h Rata-rata Hasil Percobaan 2 inlet



Gambar 11 Diagram P-h Rata-rata Hasil Percobaan 1 inlet



Gambar 13 Mesin fast chiller

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan panjang pipa 8,58 meter dengan kapasitas kondensor 1210 Watt. Dengan kebutuhan tersebut, dipilih kondensor merk Frigair tipe TCM 060. *Orifice* pada komponen katup ekspansi diganti dari *orifice* 04 menjadi *orifice* 01.

Hasil uji coba mesin dengan kondensor yang memiliki 2 *inlet* menunjukkan air mencapai suhu 5 dan 4°C. Kemudian kondensor dimodifikasi pada bagian jalur pipa dari 2 *inlet* menjadi 1 *inlet*. Hasil uji coba menunjukkan air mencapai suhu 5 dan 4°C juga. Setelah melakukan uji coba dengan 2 *inlet* dan 1 *inlet*, didapatkan hasil yang tidak jauh berbeda sehingga diputuskan untuk memakai kondensor dengan 1 *inlet*. Uji coba selanjutnya adalah mendinginkan kuah kaldu. Uji coba dilakukan sebanyak dua kali dan didapatkan hasil kuah kaldu dari suhu 70°C dapat mencapai 3°C dalam waktu rata-rata 83 menit.

Secara keseluruhan, *fast chiller* dengan kondensor yang lebih kecil mencapai hasil yang diinginkan yaitu dapat menurunkan suhu dari 70°C ke 3°C dalam waktu di bawah 90 menit dengan penurunan *pressure drop* yang jauh lebih kecil dari mesin terdahulu.

Daftar Pustaka

1. Kurniawan, Ellihu Yona (2016). Perancangan Flexible Blast Chiller Untuk Bahan Makanan Kapasitas 10 Kg atau 10 Liter Bersuhu 70°C. (TA No.02011143/MES/2016). Unpublished undergraduate thesis, Universitas Kristen Petra, Surabaya
2. Cengel, Yunus A. (2005) *A Heat Transfer – A Practical Approach* (2nd ed). John Wiley & Sons, Inc.