

BAB 1. PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Siklus kompresi uap merupakan siklus yang terbanyak digunakan dalam siklus refrigerasi/siklus pendingin (Stoecker, 1994). Refrigeran yang digunakan dalam siklus tersebut terutama adalah refrigeran halokarbon, yang secara teknis cukup baik, apalagi refrigeran jenis ini tingkat racun dan tingkat mampu nyalanya rendah. Namun pada pertengahan tahun 1970-an diketahui bahwa klorin yang terdapat dalam refrigeran halokarbon yang terlepas ke lingkungan dapat merusakkan lapisan ozon di stratosfir. Hal ini akan berdampak pada lingkungan, dimana radiasi UV intensitas tinggi yang mencapai bumi sebagai akibat merusakkan lapisan ozon dapat menimbulkan kanker kulit (Stoecker, 1994).

Salah satu usaha dalam meningkatkan efisiensi pemakaian energi adalah dengan memanfaatkan kembali (*recovery*) energi yang selama ini dibiarkan terbuang pada suatu mesin konversi energi. Alasan paling umum digunakan dalam usaha memodifikasi mesin refrigerasi adalah menghasilkan mesin refrigerasi yang hemat energi. (M. M. Rahman., Chin Wai Meng., and Adrian Ng., 2007)

Air Conditioning (AC) adalah suatu mesin refrigerasi sebagai sistem pengkondisi udara yang digunakan dengan tujuan untuk memberikan rasa nyaman bagi penghuni yang berada dalam suatu ruangan/gedung. Jadi AC tidak hanya berfungsi memberikan efek dingin tetapi yang lebih penting adalah memberikan rasa kenyamanan (*comfort air conditioning*) yaitu suatu proses perlakuan termodinamik terhadap udara untuk mengatur suhu, kelembaban, kebersihan, dan pendistribusiannya secara serentak guna mencapai kondisi nyaman yang dibutuhkan oleh penghuni yang berada di dalamnya. (Stoecker, 1994)

Perkembangan pemakaian sistem pengkondisian udara sudah sangat pesat, hal ini dapat dilihat bahwa hampir semua gedung bertingkat, pusat perkantoran, pusat perbelanjaan, perumahan (*residential*) menggunakan fasilitas ini. Peningkatan penggunaan *Residential Air Conditioning* saat ini meningkat dengan tajam seiring makin membaiknya daya beli masyarakat golongan menengah ke atas dan pengaruh perubahan iklim akibat pemanasan global. Fasilitas ini dirancang untuk memenuhi salah satu faktor yang dapat membantu membuat rasa nyaman bagi penghuni dalam melakukan berbagai aktivitas.

Mesin refrigerasi yang berfungsi sebagai *Residential Air Conditioning* digunakan untuk mengkondisikan berbagai ruangan pada bangunan rumah seperti ruang kerja, ruang tidur, ruang tamu maupun ruang keluarga sehingga diperoleh rasa sejuk dan nyaman. Rasa sejuk dan nyaman diperoleh sebagai efek pendinginan dari evaporator yang dilengkapi dengan filter udara dan ionizer, sehingga kualitas kenyamanan dan kebersihan udara ruangan dapat terjaga dengan baik. Mesin refrigerasi adalah salah satu jenis mesin konversi energi, dimana sejumlah energi dibutuhkan untuk menghasilkan efek pendinginan. Di sisi lain, panas dibuang oleh sistem ke lingkungan untuk memenuhi prinsip-prinsip termodinamika agar mesin dapat berfungsi. Panas dari kondensor yang terlepas ke lingkungan biasanya terbuang begitu saja tanpa dimanfaatkan. Demikian juga pada mesin pompa panas, sejumlah energi dibutuhkan untuk menghasilkan efek pemanasan dengan cara menyerap panas dari lingkungan. Panas yang diserap dari lingkungan sebetulnya dapat dimanfaatkan untuk mendinginkan sesuatu, tapi biasanya cenderung dibiarkan terbuang. (Jie Ji.,

Tin-tai Chow., Gang Pei., Jun Dong., and Wei He., 2003, Jie Ji., and Gang Pei et al., 2005).

Bertolak dari kasus mesin refrigerasi dan mesin pompa panas di atas, maka berbagai usaha telah dilakukan untuk mengembangkan suatu sistem yang menggunakan prinsip refrigerasi dan pompa panas dalam satu mesin. Pada mesin terpadu ini efek pendinginan dan efek pemanasan dapat dihasilkan dan dimanfaatkan secara bersamaan, sehingga penghematan energi buang mesin menjadi lebih tinggi. Mesin terpadu dengan fungsi ganda ini dikenal dengan mesin refrigerasi hibrida, karena mesin refrigerasi paling banyak beroperasi dengan siklus kompresi uap, maka mesin ini disebut mesin refrigerasi siklus kompresi uap hibrida. (Jongmin Choi a, Jongug Jeon b, and Yongchan Kim., 2007, Aziz, Azridjal, 2004, 2002)

Pemanfaatan evaporator dan kondensor tersebut secara bersamaan, tentu akan terjadi perubahan atau gangguan pada siklus keseluruhan, sehingga perlu dilakukan pengujian pada instalasi yang sebenarnya untuk mendapatkan kondisi kerja optimal mesin. Penggunaan kondensor *dummy* yang ditempatkan setelah sisi keluar kompresor bertujuan menjaga kestabilan mesin refrigerasi sehingga mesin dapat berfungsi dengan baik untuk memenuhi hukum keseimbangan termodinamika. (Jose M. Corbera'n., Jacobo Segurado., Daniel Colbourne., and Jose' Gonza'avez., 2008, Arif Hepbasli., and Yildiz Kalinci., 2009, Arora, CP, 2001).

Untuk mengoperasikan mesin refrigerasi hibrida dibutuhkan refrigeran sebagai fluida kerja. Refrigeran yang paling banyak digunakan adalah refrigeran halokarbon (*halogenated refrigerant*) salah satunya adalah jenis *HCFC-22* (*Hydrochlorofluorocarbon*) atau R-22 . (Agarwal, Radhey S, 1997). Namun dari hasil penelitian, refrigeran halokarbon R-22 menunjukkan sifat yang dapat merusak lapisan ozon dan berpotensi besar terhadap peningkatan efek pemanasan global, sehingga penggunaan refrigeran tersebut dicanangkan untuk dihapuskan pembuatan dan pemakaiannya. (Pasek, A.D., Tandian, N.P., Adriansyah W., 2004).

Salah satu refrigeran alternatif pengganti refrigeran halokarbon R-22 adalah refrigeran hidrokarbon (*hydrocarbon referigerant*). Beberapa kelebihan yang dimiliki refrigeran hidrokarbon substitusi R-22 yaitu dapat digunakan sebagai pengganti langsung (*drop in substitute*) tanpa penggantian komponen, ramah lingkungan (tidak merusak lapisan ozon), pemakaian refrigeran lebih sedikit, hemat energi, dan memenuhi standar internasional (Pasek, A.D., Tandian, N.P., 2000).

Perumusan Masalah

Pada mesin refrigerasi sejumlah energi dibutuhkan untuk mendapatkan efek pendinginan untuk mendinginkan ruangan sedangkan pada sisi luar panas dibuang (efek pemanasan) dari sistem ke lingkungan begitu saja tanpa dimanfaatkan. Panas yang dibuang ke lingkungan tersebut kandungan energinya cukup besar, lebih besar dari energi yang dibutuhkan untuk menggerakkan sistem dan lebih besar dari energi yang diserap di ruangan yang dikondisikan. Panas yang dibuang ke lingkungan ini dapat digunakan untuk memanaskan udara maupun air yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan. Udara panas dapat dimanfaatkan untuk proses pengeringan sedangkan air panas dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air panas antara lain untuk mencuci, mandi, dan memasak di rumah, kantor, industri, hotel dan rumah sakit. Pemanfaatan panas buang ini dapat menghemat biaya energi listrik atau energi gas yang dibutuhkan dalam proses pemanasan.

Sebagian besar mesin refrigerasi siklus kompresi uap menggunakan refrigeran halokarbon R-22 yang telah diketahui dapat merusak lapisan ozon yang

berdampak negatif pada lingkungan global. Pada penelitian ini akan digunakan refrigeran hidrokarbon substitusi R-22, dengan refrigeran hidrokarbon, perangkat mesin refrigerasi tersebut tetap dapat digunakan, terjadi penghematan energi 5 - 25 %, tanpa penggantian komponen. (Azridjal Aziz dan Yazmendra Rosa, 2010, S. Devotta., A.S. Padalkar., and N.K. Sane, 2005).

Mesin refrigerasi hibrida tentu saja memiliki keunggulan dan kekurangan, salah satu yang merupakan keunggulannya adalah peningkatan efisiensi penggunaan energi tetapi karena kedua sisinya sudah dimanfaatkan maka perubahan pada suatu sisi akan mempengaruhi proses di sisi yang lainnya. Penelitian ini penting dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemanfaatan perangkat mesin refrigerasi ini sebagai *Residential Air Conditioning* yang sekaligus memanfaatkan panas buang dari kondensor *dummy* sebagai *water heater* untuk berbagai keperluan air panas di rumah tangga. Penghematan energi pada penggunaan panas buang kondensor tentu akan mempengaruhi kinerja mesin refrigerasi, sehingga perlu dirancang mesin refrigerasi dengan penambahan komponen kondensor *dummy*, agar kinerja mesin tetap normal dan memenuhi hukum keseimbangan termodinamika.