



Pengaruh *Injection Hot Gas Bypass* Refrigeran Di Saluran Suction Terhadap Kinerja Sistem *Air cooled Chiller* yang Menggunakan R404A

Muhammad Irfan Mulyana^{1*}, Ega Taqwali Berman¹, dan Mutaufiq¹

¹Departemen Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Pendidikan Indonesia

*Email: Irfanmulyanaa@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

Naskah Diterima 29/04/2018
Naskah Direvisi 30/04/2018
Naskah Disetujui 30/04/2018
Naskah Online 30/04/2018

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan data performa *injection hot gas bypass refrigerant* pada sistem *air cooled chiller* yang menggunakan fluida kerja refrigeran R404A. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen dengan dua mode pengujian yaitu mode normal dan mode *injection hot gas*. Kondisi penelitian diatur pada debit air sebesar 0,5 gpm, 1 gpm, dan 1,5 gpm dan perubahan temperatur air yang dimulai dari 15° C sampai dengan temperatur 11° C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan refrigeran R404A pada sistem *air cooled chiller* dengan menggunakan sistem *injection hotgas bypass* memperoleh hasil yang lebih baik dibandingkan dengan sistem normal. Terjadi peningkatan nilai COP sebesar 20%, sehingga penerapan *injection hot gas bypass* pada sistem *air cooled chiller* berpengaruh pada kerja kompresi yang menurun akibat rasio tekanan discharge dan suction lebih kecil.

Kata kunci: *air cooled chiller, injection hotgas bypass, R404A*

1. PENDAHULUAN

Saat ini penggunaan mesin pendingin banyak digunakan dalam berbagai bidang salah satunya di perkantoran dan gedung-gedung. Penggunaan *air conditioning* sangat berdampak pada kenyamanan manusia dalam beraktivitas, salah satunya untuk mendinginkan ruangan dimana dalam suatu ruangan terdapat beban panas yang berlebihan dan menyebabkan udara semakin panas atau tidak nyaman. Pada gedung-gedung bertingkat proses pengkondisian udara yang digunakan umumnya dilakukan terpusat pada satu tempat yang disebut AC sentral (Aziz *et al.*, 2015). Mesin pengkondisian udara ini terdiri dari dua sistem, yaitu: 1. Unit chiller sebagai unit pendingin, 2. Unit AHU (air handling unit), penggunaan sistem *air conditioning* (AC) pada suatu bangunan gedung dimaksudkan untuk menciptakan kenyamanan bagi penghuni dan juga menunjang proses produksi pada suatu industri.

Keberadaan AC pada suatu bangunan gedung memegang peranan yang sangat vital karena 50% energi listriknya dikonsumsi oleh sistem AC (Rahman & Budiharjo, 2014). Sistem *air cooled chiller* ini adalah

sistem yang biasa digunakan pada gedung-gedung dan perkantoran. Prinsip kerja sistem *air cooled chiller* pada dasarnya sama seperti sistem AC, hanya saja pada sistem *air cooled chiller* membutuhkan air sebagai refrigeran sekunder dalam proses pendinginannya. Air ini akan mengalami perubahan temperatur bila menyerap kalor dari ruangan yang dikondisikan (ASHRAE, 2008).

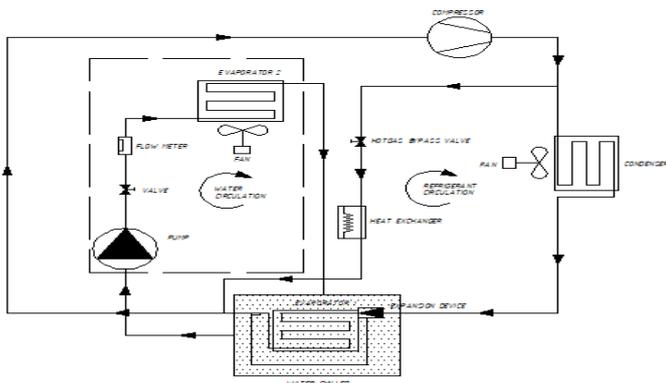
Beberapa peneliti banyak melakukan penelitian tentang bagaimana cara untuk meningkatkan performa dari sistem *Refrigeration Heating Ventilating and Air Conditioning* (RHVAC). Salah satu penelitian sebelumnya (Berman *et al.*, 2016) mengenai "Meningkatkan *Refrigerator* Domestik dengan *Injection Hot Gas* ke *Suction Line*" didapatkan hasil peningkatan nilai koefisien kinerja sistem (CoP) dan menurunkan nilai dari temperatur discharge, dari hasil tersebut memberikan implikasi terhadap daya listrik yang rendah serta kerja dari kompresor lebih ringan. Penggunaan *Hot Gas Bypass* dalam beberapa dekade ini telah diaplikasikan dalam sistem refrigerasi *direct expansion* untuk mengontrol beban pendingin dengan kapasistas rendah. Itu memungkinkan dapat mengatasi berbagai masalah yang

lebih spesifik dalam sistem *Heating Ventilating and Air Conditioning* (HVAC) (Solberg, 2003).

Berdasarkan kebijakan pemerintah RI yang mengeluarkan peraturan Menteri Perindustrian Nomor. 41/M-IND/PER/5/2014 tentang larangan penggunaan HCFC dibidang industri khususnya disektor *Air Conditioning* dan adanya penelitian terdahulu yang sebelumnya telah dilakukan tentang penggunaan *Hot Gas Bypass* pada sistem *Refrigeration Heating Ventilating and Air Conditioning* (RHVAC), maka penulis tertarik melakukan penelitian dengan judul "Pengaruh *Injection Hot Gas Bypass* Refrigeran Di Saluran *Suction* Terhadap Kinerja Sistem *Air Cooled Chiller* yang Menggunakan R404A".

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di *workshop* RTU FPTK UPI, Departemen Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Pendidikan Teknik dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode berupa eksperimen yaitu pengujian secara langsung pada alat uji yaitu trainer *air cooled water chiller* dengan menggunakan *injection hotgas bypass* pada refrigeran R404A. Peralatan yang digunakan adalah, *manifold gauge*, *thermometer digital*, *stopwatch digital*, mesin pompa vakum, timbangan refrigeran, dan trainer AC split wall yang telah di modifikasi menjadi system *Air Cooled Chiller* yang berkapasitas 1 PK. Sebagai fluida kerja digunakan refrigeran R404A. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini didapat dengan cara pengamatan pada alat uji yang sudah dibuat sebelumnya. Data temperatur air dingin (refrigeran sekunder) diambil mulai pada temperatur 15°C dengan asumsi mesin pendingin sudah dalam keadaan *steady*. Kemudian penurunan suhu air diamati setiap 1°C sampai temperatur air dingin mencapai 11°C. Laju aliran air pendingin diatur sesuai dengan kapasitas pompa yang dipakai yaitu berada pada kisaran nilai 0.5 gpm, 1 gpm dan 1,5 gpm.



Gambar 1. Skema instalasi pemipaan sistem Air Cooled Chiller

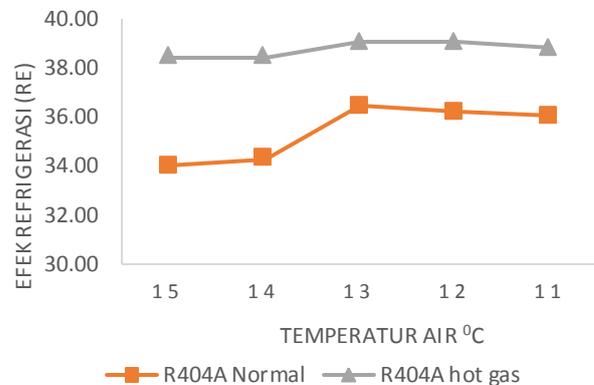
Gambar 1 menunjukkan skema instalasi alat pengujian performa sistem air cooled chiller. Pengujian dilakukan pada satu unit air conditioner wall mounted split kapasitas 9000 BTU yang dimodifikasi menjadi air cooled chiller dan laju aliran air yang mengalir ke koil pendingin diatur dengan cara mengatur bukaan katup

dan diukur melalui flow meter. Parameter data yang diperlukan yaitu meliputi: laju aliran air dingin, temperatur air dingin (refrigeran sekunder), tekanan suction dan discharge dari refrigeran (refrigeran primer) yang diperoleh dengan cara pengamatan pada alat uji. Pengambilan data dilakukan dengan kondisi normal pada saat sistem dalam kondisi steady yaitu ketika temperatur air T 15° C sampai dengan temperatur T 11° C dan fluida kerja yang digunakan sebagai refrigeran primer adalah R404A. Tahapan pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pertama melakukan kalibrasi semua alat ukur yaitu thermometer, pressure gauge dan flow meter. Selanjutnya, proses vakum dan cek kebocoran sistem AC dan dilanjutkan dengan pengisian refrigeran ke dalam sistem AC. Setelah itu, mencatat temperatur lingkungan saat pengujian dilakukan. Berikutnya, mengoperasikan pompa dan mengatur laju aliran air pendingin yang akan dialirkan ke evaporator. Sesudah itu, menghidupkan sistem untuk mulai proses pengujian yang dilakukan pada saat temperatur air mencapai 15° C hingga 11° C di mana pengamatan dilakukan tiap penurunan 1° C.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Efek Refrigerasi (RE)

Efek refrigerasi merupakan jumlah panas yang mampu diserap oleh evaporator. Pada gambar 2 menunjukkan nilai efek refrigerasi masing-masing pada debit 1 gpm dengan dua kondisi pengujian yaitu sistem AC normal dan system hot gas.



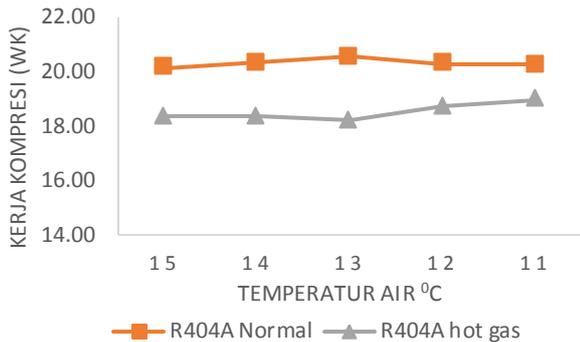
Gambar 2. Nilai RE (Btu/lb) pada pengujian Sistem *Air Cooled Chiller* yang menggunakan R404A dengan kondisi normal dan hot gas

Berdasarkan hasil pengujian nilai RE yang diperoleh menggunakan *injection hot gas bypass* memiliki hasil 13,02% lebih besar dibandingkan dengan sistem normal saat temperatur air 15°C, dan 7,65% lebih besar pada temperatur air 11°C. Secara keseluruhan, nilai efek refrigerasi sistem *air cooled chiller* menggunakan refrigeran R404A dengan sistem normal hasilnya lebih kecil dibandingkan dengan pengaplikasian *injection hot gas bypass*. Hal ini disebabkan penggunaan refrigeran R404A pada sistem menghasilkan rasio tekanan *discharge* dan *suction* yang lebih besar, pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Berman *et al*, 2017) yang meneliti tentang performa penggunaan *t junction* pada sistem air cooled chiller, dengan nilai efek

refrigerasi yang dihasilkan lebih besar karena adanya tekanan tinggi refrigeran yang masuk ke *suction line*. Pernyataan tersebut sama dengan konsep *injection hotgas bypass* yang juga memasukan gas tekanan tinggi pada *suction line* dengan nilai efek refrigerasi yang juga lebih besar dibandingkan sistem yang normal.

3.2 Analisis Kerja Kompresi (Wk)

Secara umum, nilai daya kompresi sistem AC pada kondisi pengujian hot gas lebih kecil daripada menggunakan kondisi normal (Gambar 3).

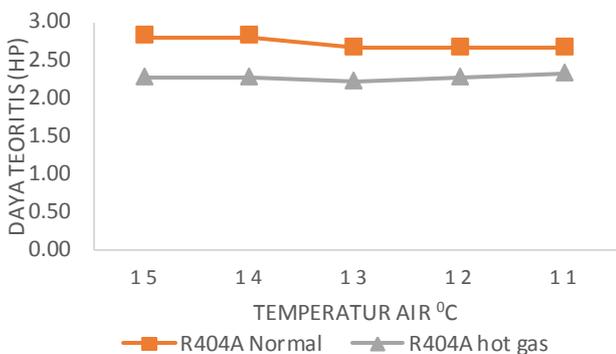


Gambar 3. Nilai Wk (Btu/lb) pada pengujian Sistem Air Cooled Chiller yang menggunakan R404A dengan kondisi normal dan hot gas

Berdasarkan hasil pengujian nilai Wk yang diperoleh menggunakan refrigeran R404A dengan sistem normal memiliki hasil 9,68% lebih besar dibandingkan dengan sistem yang menggunakan *injection hot gas bypass* pada temperatur air 15°C, dan 6,68% lebih besar pada temperatur air 11°C. Secara keseluruhan, nilai kerja kompresi sistem *air cooled chiller* dengan menggunakan refrigeran R404A dengan sistem normal hasilnya lebih besar daripada menggunakan *injection hot gas bypass*. Hal ini disebabkan karena selisih antara tekanan discharge dan suction yang berbeda-beda pada setiap penurunan temperatur air maka berpengaruh terhadap nilai dari kerja kompresi yang dihasilkan.

3.3 Analisis Nilai Daya Teoritis Kompresor (HP)

Pada Gambar 4 menunjukkan nilai daya teoritis masing-masing kondisi pengujian pada debit air 1 gpm.

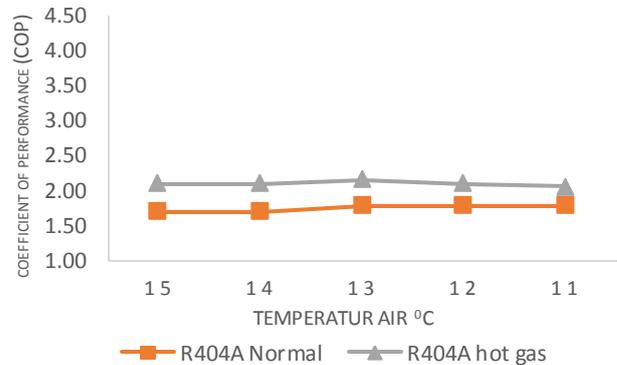


Gambar 4. Nilai HP pada pengujian Sistem Air Cooled Chiller yang menggunakan R404A dengan kondisi normal dan hot gas

Pada pengujian kondisi normal nilai daya teoritis kompresor 24% lebih besar daripada kondisi hot gas pada temperatur air 15°C dan 14,71% lebih besar pada temperatur air 11°C, walaupun nilainya mengalami penurunan pada setiap penurunan temperatur air. Sebaliknya pada pengujian kondisi hot gas nilai daya teoritis kompresor mengalami kenaikan secara bertahap. Namun, nilai akhir yang dicapai masih lebih rendah dari kondisi normal. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan hot gas pada sistem AC mampu menurunkan nilai daya teoritis kompresor dibandingkan dengan sistem normal.

3.4 Analisis Nilai Koefisien Performa (CoP)

Pengaplikasian *injection hot gas bypass* pada sistem yang menggunakan refrigeran R404A mengalami peningkatan dibandingkan dengan sistem normal. Hal tersebut dapat dibuktikan pada Gambar 5. Pada saat temperatur air 15°C nilai CoP yang diperoleh sebesar 2,09, sedangkan pada sistem normal perolehan CoP sebesar 1,69.



Gambar 5. Nilai CoP pada pengujian Sistem Air Cooled Chiller yang menggunakan R404A dengan kondisi normal dan hot gas

Berdasarkan hasil pengujian nilai CoP yang diperoleh menggunakan refrigeran R404A dengan menggunakan *injection hot gas bypass* memiliki hasil 23,66% lebih besar dibandingkan dengan sistem normal saat temperatur air 15°C, dan 14,60% lebih besar pada temperatur air 11°C. Pengaruh dari efek refrigerasi dan kerja kompresi akan berpengaruh pada hasil CoP, bila efek refrigerasi semakin besar akan berdampak pada nilai CoP yang akan meningkat, sejalan dengan penelitian (Supriawan *et al.*, 2017) yang meneliti tentang penggunaan *expansion parallel* pada *liquid line* dengan menggunakan refrigerant R-290 pada sistem kompresi uap bahwa peningkatan efek refrigerasi dan penurunan dari kerja kompresi akan berdampak pada peningkatan nilai CoP.

4. KESIMPULAN

Pengaplikasian *injection hot gas bypass* pada sistem *air cooled chiller* dengan menggunakan refrigeran R404A berpengaruh pada kerja kompresi yang rendah akibat rasio tekanan *discharge* dan *suction* lebih kecil. Secara umum pada sistem *air cooled chiller* dengan

penggunaan refrigeran R404A dengan menggunakan sistem *injection hotgas bypass* menunjukkan hasil CoP yang lebih baik dibandingkan dengan sistem normal.

5. DAFTAR PUSTAKA

- ASHRAE. (2008). HVAC System and Equipment 1-P edition.
- Aziz, A., Harianto, J., Mainil, A. (2015). *Performansi Modular Chiller Kapasitas 120 Tr.* *Jurnal Mekanikal*, 6(1), hlm. 532-539
- Berman ET., Hasan S., Mutaufiq.(2016). Enhancing the performance of the domestic refrigerator with hot gas injection to suction line. IOP Conf Ser Mater Sci Eng [Internet]. 2016;128:12028. doi:10.1088/1757-899X/128/1/012028.
- Berman, ET., Setiawan, A., Arifianto E S., and Mutaufiq. (2017). Evaluatuion of Performance an Air Conditioning Systems Using T-junction Flash Gas Refrigerant. IOP Conf Ser Mater Sci Eng [Internet]. 2017;288:012064. doi:10.1088/1757-899X/288/1/012064.
- Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia Nomor: 41/M-IND/PER/5/2014 Tentang Larangan Penggunaan HCFC Atau R22 Di Bidang Industri.
- Rahman, M. ,& Budiharjo. (2014). Desain Fasilitas Uji Kinerja *Water cooled Chiller* dan *Air Cooled Chiller* Berdasarkan Standar AHRI 551-591. *Repository* Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- Solberg, P. (2003). Blessing or Curse? Hot Gas Bypass. *Engineers Newsletter Trane Aplications Engineer*, 32(2).
- Supriawan, D., Berman, ET., Komaro, M., and Mutaufiq. (2017). Expansion Parallel Liquid Refrigerant On a Vapor Compression Systems With R-290. IOP Conf Ser Mater Sci Eng [Internet]. 2017;288:012051. doi:10.1088/1757-899X/288/1/012064.