

KAJI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI CAMPURAN ETILEN GLIKOL – AIR TERHADAP PERFORMANSI SISTEM *BRINE COOLING*

Aa Setiawan¹⁾, Ahmad¹⁾, Wardika¹⁾

¹⁾Jurusan Teknik Pendingin dan Tata Udara, Politeknik Negeri Indramayu
Jl. Lohbener Lama No. 08 Kec. Lobener Kab. Indramayu 45251
E-mail : atila_waone@yahoo.co.id, ahmedmaulana21@yahoo.co.id,
wardika8@gmail.com

Abstract

To save the use of electrical energy as a result of increasing use of Split AC, it will be modified in the Split AC system by changing from direct cooling to indirect cooling or called the Brine Cooling System. By using a pump, cold water produced from primary refrigerant is then flowed to the FCU which is then used as air conditioner. In this study, 1 unit of Split AC 1 1/2 PK was used with R32 refrigerant as primary refrigerant and ethylene glycol-water mixture as secondary refrigerant. The brine cooling system was created and analyzed by varying the volume-based ethylene glycol-water mixture in a ratio of 30/70, 40/60, and 50/50. From this study, it can be concluded that more concentration of ethylene glycol mixture shows better performance and energy consumption.

Keywords: *AC Spit, primary refrigerant, secondary refrigerant, ethylene glycol, brine cooling*

Abstrak

Untuk menghemat penggunaan energi listrik sebagai akibat penggunaan AC Split yang semakin meningkat, maka akan dilakukan modifikasi pada sistem AC Split tersebut dengan merubah dari pendinginan langsung menjadi pendinginan tidak langsung atau disebut dengan *Brine Cooling System*. Dengan menggunakan pompa, air dingin yang dihasilkan dari refrigeran primer kemudian dialirkan ke FCU yang selanjutnya dimanfaatkan sebagai pendingin ruangan. Pada penelitian ini, 1 unit AC Split 1 1/2 PK digunakan dengan refrigeran R32 sebagai refrigeran primer dan campuran etilen glikol - air sebagai refrigeran sekunder. Sistem *brine cooling* dibuat dan dianalisis dengan memvariasikan campuran etilen glikol – air dengan rasio 30/70, 40/60, dan 50/50 berbasis volume. Dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan, semakin banyak konsentrasi campuran etilen glikol menunjukkan performansi dan konsumsi energi yang lebih baik.

Kata Kunci: *AC Spit, refrigeran primer, refrigeran sekunder, etilen glikol, brine cooling*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di dunia membuat mesin pendingin menjadi sesuatu yang sangat penting dalam kehidupan manusia, baik sebagai pengkondisi kenyamanan thermal maupun sebagai tempat penyimpanan produk agar bertahan lebih lama dan kualitasnya terjaga. *Air Conditioning* (AC) atau penyejag udara saat ini bukan merupakan barang mewah lagi. Penggunaan AC sudah tidak lagi di gedung bertingkat

atau perkantoran namun sudah merambah ke perumahan penduduk terutama di daerah dataran rendah. Kebutuhan kenyamanan di tempat tinggal membuat sebagian orang merasa perlu menggunakan penyejuk ruangan apalagi saat ini berbagai merk AC dari yang mahal sampai dengan yang murah telah beredar di pasaran. Namun, pengguna AC masih sebatas pada kelas ekonomi menengah ke atas.

Peningkatan penggunaan AC dapat menyebabkan peningkatan konsumsi listrik. Melihat kenyataan tersebut, banyak peneliti melakukan riset untuk menekan penggunaan listrik dengan cara mengoptimalkan performa AC. Salah satu usaha yang dilakukan untuk mengurangi biaya listrik adalah dengan menggunakan sistem *brine cooling*. Sistem *Brine Cooling* merupakan salah satu sistem refrigerasi yang menggunakan metode pendinginan tidak langsung dimana proses pendinginannya menggunakan refrigeran sekunder. Beberapa refrigeran sekunder yang umum digunakan diantaranya yaitu air biasa, air garam, *propylene glycol*, *ethylene glycol*, *propylene glycol*, *kalsium clorida*, dan lain-lain (ASHRAE, 2010).

Windy (2018), mengkaji pengaruh debit aliran fluida dingin terhadap mesin pendingin menggunakan *propylene glycol* 33%. Hasil yang didapat yaitu dengan meningkatnya laju aliran refrigeran sekunder pada sistem pendingin radian berakibat pada perubahan kapasitas pendinginan yang lebih besar, waktu pencapaian temperatur yang lebih cepat pada kabin, dan distribusi temperatur permukaan pendingin radian yang relatif rata.

Arda Rahardja (2018) melakukan penelitian tentang sistem *mini brine cooling* untuk pendingin kabin dengan metode *radiant cooling* menggunakan *propylene glycol* sejumlah 33%. Dari penelitian tersebut didapatkan hasil COP aktual yang didapat sebesar 3,70 dan COP Carnot sebesar 4,57 dimana nilai Efisiensi sistem sebesar 80,96%. Capaian pendinginan brine pada temperatur $-3,2^{\circ}\text{C}$ dan capaian pendingin produk paling rendah pada temperatur $4,1^{\circ}\text{C}$

Dalam penelitian ini, telah dirancang suatu sistem sistem *brine cooling* pada AC split menggunakan etilen glikol sebagai media pendingin. Sistem *brine cooling* dibuat dan dianalisis dengan memvariasikan campuran etilen glikol – air dengan rasio 30/70, 40/60, dan 50/50 berbasis volume. Dari penelitian ini diharapkan dapat diketahui komposisi campuran etilen glikol – air yang menghasilkan performansi serta konsumsi energi yang terbaik.

RUMUSAN MASALAH

Dari latar belakang masalah di atas, maka rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana performansi dan efisiensi masing-masing campuran?
2. Campuran manakah yang menghasilkan performansi serta efisiensi yang terbaik?

METODE PENELITIAN

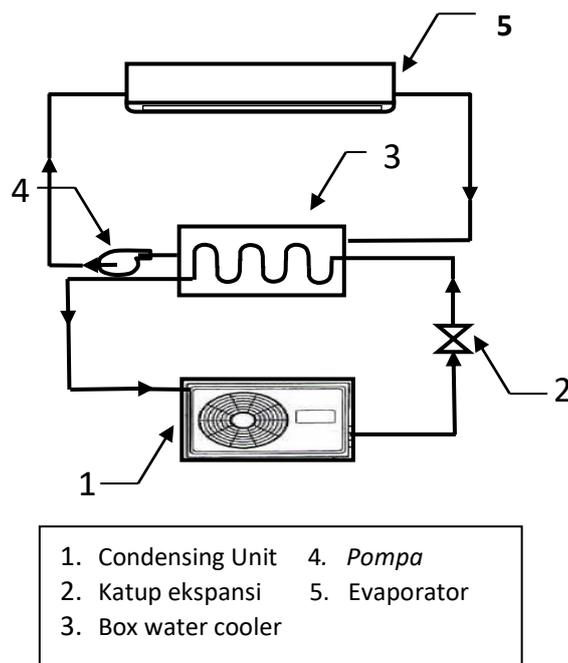
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah campuran etilen glikol dan air yang masing-masing mempunyai karakteristik seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1
Karakteristik *ethylene glycol* dan air

Karakteristik	Air	Etilen Glikol
Suhu Kritis	373,85 °C	372 °C
Volume Kritis	18,0153 gr/mol	0,186 m ³ /kgmol
Titik Lebur	0 °C	- 13 °C
Titik Didih	100 °C	197,6 °C
Tekanan Kritis	22,064 Mpa	6515,73 kPa
Densitas	0,998 g/cm ³	1,1135 g/cm ³
Kapasitas panas	4182 J / kg K	2185 J/kg.K

Penelitian ini dilakukan pada sebuah trainer *brine cooling* menggunakan AC Split 1 ½ PK, dan refrigeran R32. Sistem *brine cooling* dioperasikan dengan rasio campuran etilen glikol dan air dengan rasio 30/70, 40/60, 50/50 % berbasis volume yang masing-masing disebut E30A70, E40A60, dan E50A50. kapasitas kabin *water cooler* adalah 31,5 Liter. Pengujian dilakukan dalam waktu 60 menit dengan pengambilan data temperatur per 5 menit sekali.

Susunan alat uji disusun sesuai dengan Gambar 3.1. Campuran air dan etilen glikol disiapkan sesuai dengan rasio pengujian sebelum percobaan dimulai. Refrigeran primer dalam condensing unit (1) akan melewati katup ekspansi (2) sehingga terjadi penurunan tekanan dan refrigeran menjadi dingin. Refrigeran dingin yang terdapat pada evaporator yang terendam dalam box (3) akan mendinginkan campuran etilen glikol dan air untuk kemudian mengalir kembali ke condensing unit (1). Campuran etilen glikol dan air dalam box (3) kemudian disirkulasikan oleh pompa (4) menuju evaporator (5) untuk mendinginkan ruangan.

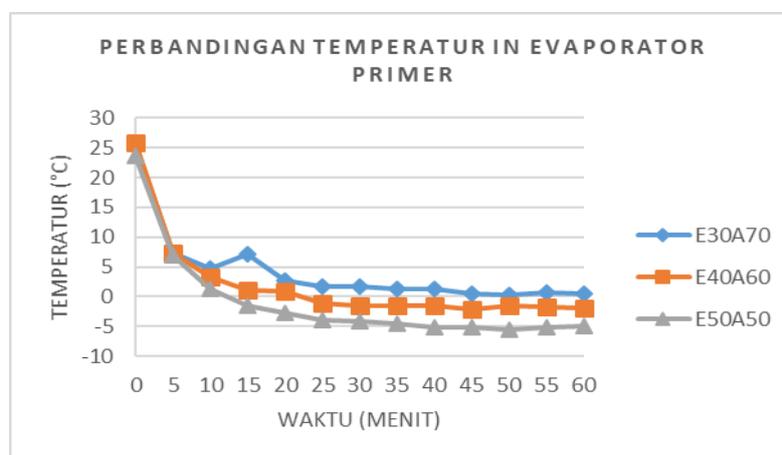


Gambar 1. Eksperimental set up sistem Brine Cooling

HASIL DAN PEMBAHASAN

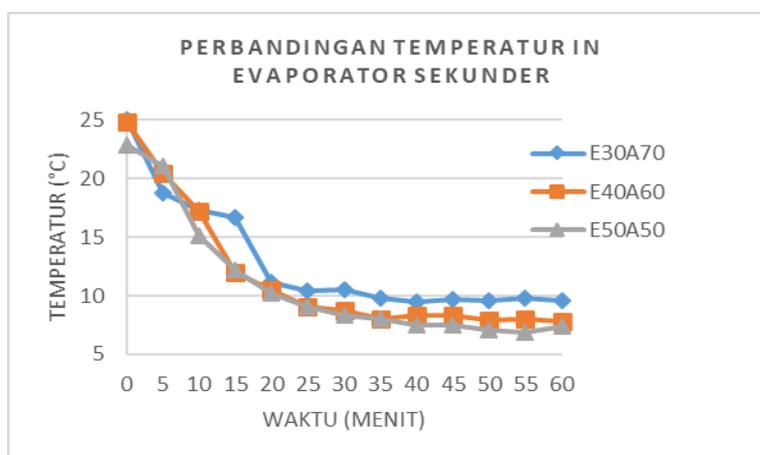
Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen murni yang bertujuan untuk mengetahui perbandingan performa dan efisiensi masing-masing campuran. Hasil pengujian dipresentasikan pada gambar 2 sampai dengan gambar 6.

PENGARUH TERHADAP TEMPERATUR EVAPORATOR

Gambar 2 Pengaruh konsentrasi campuran terhadap temperatur *in* evaporator primer

Gambar 2 menunjukkan bahwa temperatur *in* evaporator refrigeran primer menurun untuk semua campuran. Namun campuran E50A50 menghasilkan temperatur

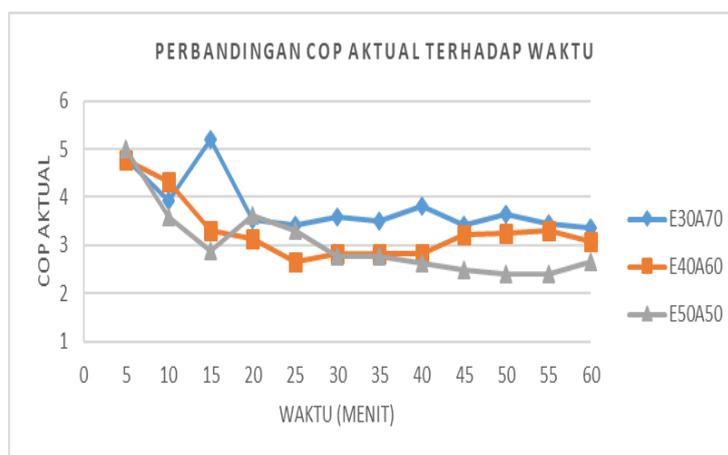
evaporator terendah dibandingkan E30A70 dan E40A60 dikarenakan campuran E50A50 memiliki nilai kapasitas kalor spesifik campuran paling rendah. Sesuai dengan rumus $Q = m.C_p.\Delta T$, rendahnya kalor spesifik pada campuran, akan mengakibatkan rendahnya beban pendinginan yang mengakibatkan kalor yang diserap oleh evaporator primer lebih cepat sehingga temperatur evaporator menjadi lebih rendah.



Gambar 3 Pengaruh konsentrasi campuran terhadap temperatur *in* evaporator sekunder

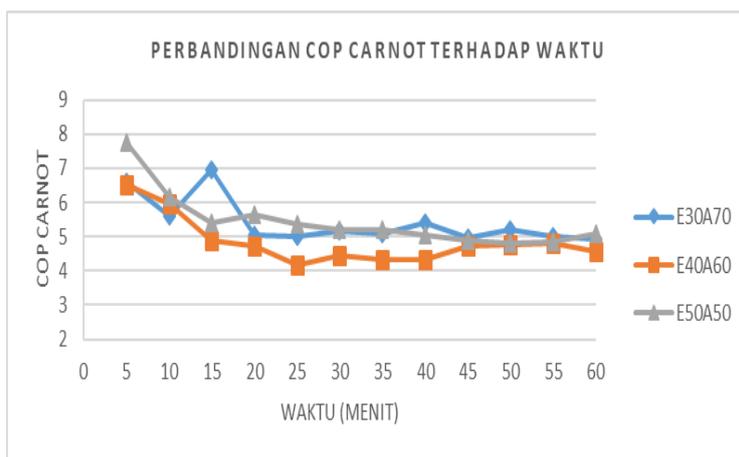
Gambar 3. menunjukkan bahwa temperatur *in* evaporator sekunder menurun untuk semua campuran. Namun campuran E50A50 menghasilkan temperatur evaporator sekunder terendah dibandingkan E30A70 dan E40A60. Hal ini dikarenakan campuran E50A50 memiliki nilai kapasitas kalor spesifik campuran paling rendah yang mengakibatkan lebih cepat menyerap kalor dari evaporator primer sehingga temperatur menjadi lebih rendah.

PENGARUH TERHADAP COP



Gambar 4 Pengaruh konsentrasi campuran terhadap COP_{aktual}

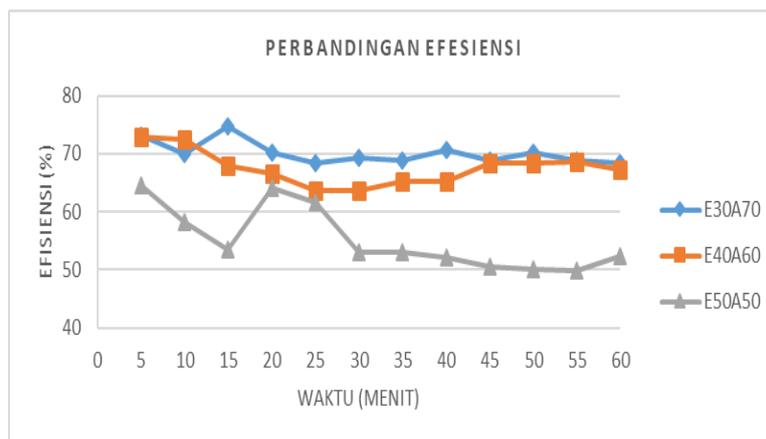
Gambar 4. menunjukkan pengaruh konsentrasi campuran terhadap kinerja sistem *brine cooling*. Nilai rata-rata COP_{aktual} tertinggi didapat oleh campuran E30A70 yaitu sebesar 3,81. COP_{aktual} didapat dari perbandingan efek refrigerasi (q_e) dengan kerja kompresi (w_k). Dari ketiga jenis campuran, E50A50 menghasilkan efek refrigerasi terendah, hal ini disebabkan campuran E50A50 menghasilkan temperatur yang lebih rendah yang mengakibatkan selisih entalpi 1 dan entalpi 4 menjadi lebih kecil dan nilai kerja kompresi yang besar sehingga nilai COP_{aktual} menjadi kecil.



Gambar 5 Pengaruh konsentrasi campuran terhadap COP carnot

Gambar 5. menunjukkan pengaruh konsentrasi campuran terhadap kinerja sistem *brine cooling*. Nilai rata-rata COP carnot tertinggi didapat oleh campuran E30A70 yaitu sebesar 5,41. Hal ini disebabkan tingginya temperatur evaporasi ketika menggunakan campuran E30A70 sehingga COP carnot bernilai tinggi.

PENGARUH TERHADAP EFISIENSI



Gambar 6 Pengaruh konsentrasi campuran terhadap efisiensi

Gambar 6 menunjukkan pengaruh konsentrasi campuran terhadap efisiensi sistem *brine cooling*. Nilai rata-rata efisiensi tertinggi didapat oleh campuran campuran E30A70 yaitu sebesar 70,12%. Hal ini disebabkan tingginya nilai kalor spesifik campuran E30A70, mengakibatkan temperatur evaporator dan efek refrigerasi lebih tinggi dibanding campuran E40A60 dan E50A50 sehingga mengakibatkan nilai efisiensi menjadi lebih tinggi.

KESIMPULAN

1. Prosentase campuran E30A70 memiliki performansi atau nilai COP_{aktual} yang lebih baik yaitu sebesar 3,81 dibandingkan dengan percampuran E40A60 dan E50A50 yaitu sebesar 3,30 dan 3,04.
2. Semakin banyak konsentrasi etilen glikol dalam air memiliki nilai efisiensi yang lebih rendah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Politeknik Negeri Indramayu melalui dana DIPA yang dikelola oleh Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (P3M).

DAFTAR PUSTAKA

- Windy Hermawan Mitrakusuma, Andriyanto Setyawan, Racchel Dewi Riyanto Putri (2018) “ Pengaruh Variasi Debit Refrigeran Sekunder Terhadap Kinerja Sistem Chiller Brine Cooling” , *Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XIII Tahun 2018 (ReTII)* November 2018, pp. 385~391.
- Arda Rahardja Lukitobudi,a, Asep Rohmat Hidayat (2018) “Kaji Eksperimental Sistem Mini Brine Cooling Untuk Pendingin Kabin Dengan Metode Radiant Cooling” *KURVATEK* Vol.03 . No. 2, November 2018, pp.85-90
- ASHRAE. (2010). Refrigeration Handbook. American Society of Heating Refrigeration and Air Conditioning Engineers, Atlanta 2010.