

Uji Performansi Sistem Miniatur *Ice Skating Brine Cooling* Menggunakan Konsentrasi 50% Dan 40% *Propylene Glycol*

Faiz Ahmad Rabbani^{1,*}, Apip Badarudin²

^{1,2}Jurusan Teknik Refrigerasi dan Tata Udara, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

E-mail: ^{1,*}faiz.ahmad.tptu20@polban.ac.id; ²apipbdr@polban.ac.id

ABSTRAK

Sistem Refrigerasi *Ice skating Brine Cooling* merupakan sistem komersial yang dipakai pada industri besar dan memiliki tujuan sebagai sarana rekreasi dan olahraga. Dalam sistem ini, cairan propylene glycol 50% dan 40% sebagai secondary refrigerant akan disirkulasikan melalui rangkaian jalur pemipaan yang mendinginkan permukaan arena es yang memiliki temperatur rendah hingga -10°C. Temperatur permukaan arena es tersebut membutuhkan waktu pendinginan hingga 6 jam lamanya. Dalam waktu tersebut sistem dapat memperoleh nilai rata-rata COPa sebesar 3,08 untuk konsentrasi propylene glycol 50% dan untuk konsentrasi 40% memiliki rata-rata COPa sebesar 3.11. Dari hasil pengamatan ini konsentrasi propylene glycol 40% memiliki efisiensi sedikit lebih tinggi daripada propylene glycol 50%. Yaitu 74% untuk propylene glycol 40% dan untuk propylene glycol 50% memiliki nilai efisiensi sebesar 70%.

Kata kunci: *Ice skating brine cooling, Propylene glycol, COPa*

1. Pendahuluan

Ice Skating adalah suatu tempat yang memiliki permukaan es untuk seseorang meluncur menggunakan sepatu yang terdapat sebuah pisau untuk bermanuver saat meluncur, hal ini memungkinkan perbedaan performansi pada proses pendinginan air yang dibekukan di atas permukaan *ice skating*. Pada sistem Refrigerasi *Ice skating* kali ini menggunakan sistem *secondary refrigerant* yakni *glycol*, sebagai media pendinginan air pada bak permukaan *ice skating*. Sistem refrigerasi *Ice skating* menggunakan *Brine Cooling* tersebut untuk pendinginan secara langsung. Adapun jenis larutan *Brine* yang akan penulis gunakan untuk pengujian sistem ini adalah *Brine* jenis *propylene glycol*. Karena pada sistem *Ice skating* ini membuat permukaan air pada bak arena ingin tetap beku, maka suhu *brine* harus lebih rendah dari 0°C dan harus mampu tetap cair pada temperatur di bawah 0°C agar sirkulasi pendinginan pada bak arena dapat berlangsung secara merata.

2. Metode Penelitian

Pada sistem *ice skating brine cooling* ini melakukan beberapa percobaan pengukuran meliputi beberapa tahapan persiapan sistem yang akan dikaji, mempersiapkan alat pengukuran, beberapa persiapan lain sebelum pengambilan tahap pengolahan data dan penarikan kesimpulan beserta pemahaman dari percobaan yang sudah dilakukan.

2.1. Skematik sistem

Pada pengamatan ini sistem yang akan dikaji adalah sistem *ice skating brine cooling*. Mesin ini pada dasarnya menggunakan prinsip sistem refrigerasi kompresi uap yang menggunakan *secondary refrigerant*, dengan cara kompresor mendinginkan cairan *brine* dan cairan *brine* dialirkan ke kabin *ice skating* untuk mendinginkan air yang di dalam kabin dan terjadi penyerapan kalor pada *heat exchanger* yang diletakan pada kabin *ice skating*. Alat

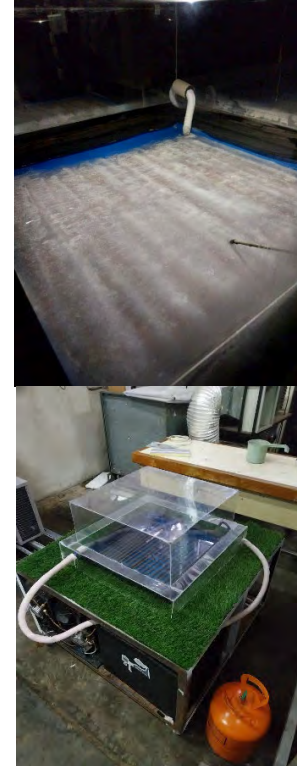
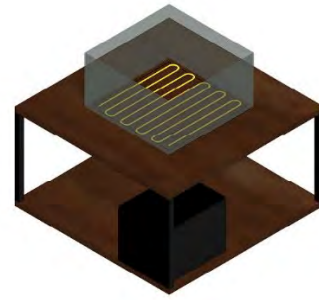
ekspansi yang digunakan pada sistem *ice skating brine cooling* ini adalah pipa kapiler ukuran 0.055 inch.

Tabel 1 karakteristik refrigeran sekunder propylene glycol

Propylene glycol solution (%)	Freezing Point (°C)
0	0
10	-3
20	-8
30	-14
40	-22
50	-34
60	-48

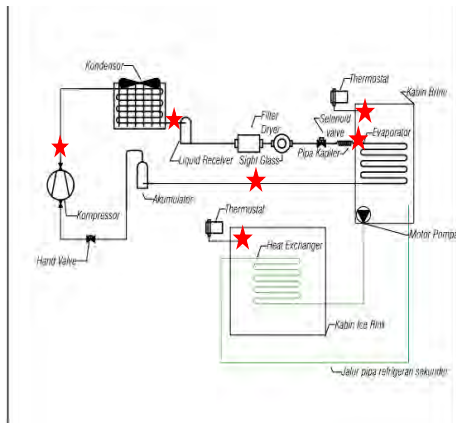
Sistem *ice skating brine cooling* yang digunakan pada penelitian ini memiliki:

1. Dimensi gelanggang dengan 500x500x100 dilengkapi dengan pipa *heat exchanger* berbahan tembaga yang disimpan untuk menyerap kalor air pada gelanggang. Temperatur air pada gelanggang es -10°C
2. Menggunakan *propylene glycol* dengan konsentrasi sebesar 50% dan 40%. Cara mendapatkan perbedaan konsentrasi adalah dengan volume total larutan yang diinginkan dikalikan dengan konsentrasi yang ingin digunakan, kemudian dari hasil tersebut didapat volume *propylene glycol* murni yang akan dilarutkan oleh zat pelarut atau air. Volume pelarut atau air yang dibutuhkan didapat dari volume total larutan dikurangi oleh volume *propylene glycol* yang diperoleh perhitungan sebelumnya.
3. *Air cooled condensing unit* $\frac{3}{4}$ HP, alat ekspansi yang digunakan pipa kapiler berdiameter 0,055 inch, *liquid receiver*, *filter dryer*, *sight glass*, akumulator, *pressure gauge*, *hand valves*.
4. Sistem pemipaan *brine cooling*, pipa tembaga berdiameter $\frac{3}{8}$ inch, selang *high density*, pompa sirkulasi
5. *Thermostat*, *wattmeter*, *time delay relay*, *MCB*, *pilot lamp*, *contactor*.
6. Air pada gelanggang es sebanyak 10 liter.



Gambar 1. Kontruksi Sistem *Ice skating brine cooling*

Pada Gambar 1 terlihat kontruksi sistem miniatur *ice skating brine cooling* dimana terdapat pemipaan *brine cooling* di atas permukaan gelanggang es. Kabin *brine cooling* tersebut didinginkan menggunakan *condensing unit* $\frac{3}{4}$ HP yang terletak pada bagian bawah gelanggang es.



Gambar 2 Skematik sistem miniatur ice skating brine

2.2 Parameter yang diukur

Adapun parameter yang diukur pada pengamatan ini dilakukan menggunakan alat ukur termometer digital Autronics T4WM sebagai berikut:

1. Temperatur air pada gelanggang es ($^{\circ}\text{C}$)
2. Temperatur masuk evaporator ($^{\circ}\text{C}$)
3. Temperatur suction ($^{\circ}\text{C}$)
4. Temperatur keluar kondenser ($^{\circ}\text{C}$)
5. Temperatur Discharge ($^{\circ}\text{C}$)
6. Temperatur Brine ($^{\circ}\text{C}$)
7. Tekanan Suction (Bar)
8. Tekanan Discharge (Bar)
9. Tegangan listrik (Volt)
10. Arus Listrik (Ampere)
11. Daya (Watt)

Selanjutnya pengambilan data pada kondisi ketika sistem mati hingga mencapai temperatur *brine* yang diinginkan tercapai. Pengambilan data tersebut dicatat setiap 10 menit dalam waktu 6 jam/hari.

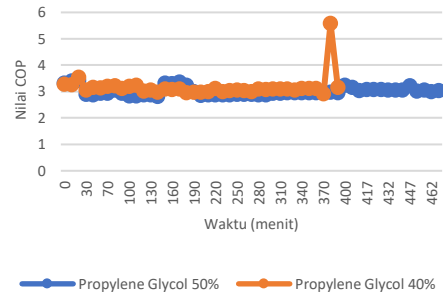
3. Hasil dan Analisis

Pengukuran temperatur refrigeran diperoleh dengan mengurangi dan menambahkan 3K dari pengukuran temperatur pipa (*Australian Refrigeration and Air Conditioning 1988*).

Pada pengamatan data diperoleh hasil kinerja dan efisiensi sistem *ice skating brine cooling* dalam waktu pendinginan selama 6 jam hingga temperatur gelanggang es mencapai -10°C yaitu pada menit ke-497 untuk konsentrasi *propylene glycol* 50% dan menit ke-350 untuk konsentrasi *propylene glycol* 40%. Besaran nilai rata-rata untuk kedua konsentrasi didapat pada hasil pengamatan sebagai berikut:

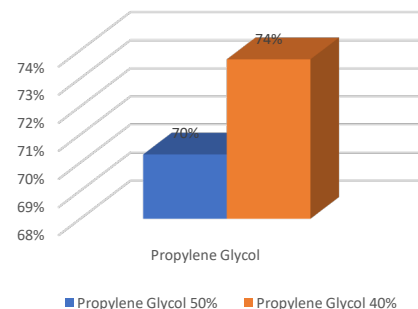
$\text{COP}_{\text{aktual}} \text{ propylene glycol } 50\% = 3,08$

$\text{COP}_{\text{aktual}} \text{ propylene glycol } 40\% = 3,11$



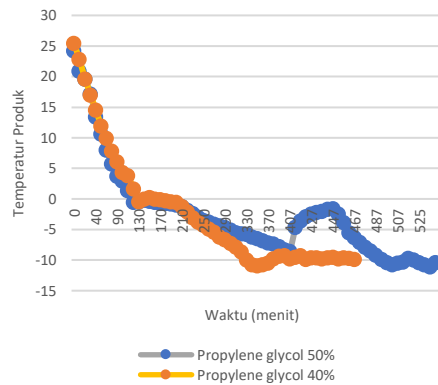
Gambar 3 Grafik COPaktual

Pada data pengamatan $\text{COP}_{\text{aktual}}$ sistem *ice skating brine cooling* kali ini merupakan parameter yang diperoleh dari perbandingan antara hasil kinerja yang telah dilakukan oleh evaporator sebagai nilai efek refrigerasi dan kompresor sebagai nilai kerja kompresi. Terlihat pada Gambar 3 grafik $\text{COP}_{\text{aktual}}$ yang dihasilkan dari kedua konsentrasi *propylene glycol* 50% dan 40% tidak jauh berbeda, namun konsentrasi 40% memiliki nilai $\text{COP}_{\text{aktual}}$ lebih tinggi sedikit dibandingkan konsentrasi *propylene glycol* 50%. Hal tersebut terjadi karena selang waktu *cut-in* dan *cut-off* pada konsentrasi *propylene glycol* 40% cenderung lebih cepat. Begitupun dengan efisiensi sebuah sistem yang telah dihasilkan akan berbanding lurus dengan $\text{COP}_{\text{aktual}}$ sistem dan akan berbanding terbalik dengan $\text{COP}_{\text{carnot}}$ sistem, semakin besar $\text{COP}_{\text{aktual}}$ maka akan semakin besar nilai efisiensinya, begitupun sebaliknya dengan $\text{COP}_{\text{carnot}}$.



Gambar 4 Grafik Efisiensi

Pada pengamatan target temperatur produk es adalah -10°C . Dapat diamati bahwa perbandingan antara *propylene glycol* 50% dan 40% sedikit berbeda, namun ada beberapa perbedaan yang signifikan pada menit ke-400 yaitu di mana mesin kompresor sedang mati. Pada konsentrasi *propylene glycol* 50% terjadi kenaikan temperatur produk pada gelanggang es yang sangat drastis. Fenomena tersebut dapat disebabkan oleh pompa sirkulasi pada tangki *brine* mengalami mati total sehingga temperatur produk air di dalam gelanggang es tidak mengalami pendinginan.



4. Kesimpulan

Pada pengamatan sistem miniatur *ice skating brine cooling* dapat bekerja dengan efektif pada konsentrasi *propylene glycol* 40%. Hal ini dapat dilihat dari parameter perancangan yang memiliki waktu pendinginan 6 jam dan dibuktikan pada kondisi pengamatan sistem konsentrasi *propylene glycol* 40% dapat mencapai temperatur produk es hingga -10°C dalam waktu pendinginan kurang dari 6 jam sedangkan konsentrasi *propylene glycol* 50% dapat dikatakan kurang efektif karena terdapat kegagalan sistem sehingga tidak dapat mencapai temperatur produk es hingga -10°C dengan waktu pendinginan selama 6 jam.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Politeknik Negeri Bandung atas bantuan yang diberikan pada pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] ASHRAE, *Handbook of Ashrae*, 2006: Chapter 35 : Ice Rinks.
- [2] ASHRAE *handbook 2008*. "HVAC System and Equipment". ASHRAE, INC. Atlanta 2005.
- [3] The Engineering ToolBox, "Propylene glycol-based Heat-Transfer Fluids". Engineering ToolBox, 2001
- [4] Dossat, Roy J., "Principle of Refrigeration", Canada John Willey and Son, 1979.
- [5] Dossat, Roy J., "Principle of Refrigeration 2nd Edition", United States of America. John Wiley & Son. Inc, 1981.
- [6] Graham Boyle, "Australian Refrigeration and Air Conditioning" Tinley Park, The Good Heart-Willcox Company Inc, 2004
- [7] F. Kreith, "The CRC Handbook of Thermal Engineering", CRC Press, 2000.
- [8] Arda Rahardja Lukitobudi M.eng. (2018). "Kaji Eksperimental Sistem Mini Brine Cooling Untuk Pendingin Kabin Dengan Metode Radiant Cooling". Politeknik Negeri Bandung.