

## ANALISA PERFORMANCE PENGARUH JUMLAH KANDUNGAN GARAM (NaCl) PADA INDUSTRIAL ICE BLOCK MAKER SEBAGAI SECONDARY REFRIGERAN

Baiti Hidayati<sup>1</sup>,Hendradinata<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknik Pendingin dan Tata Udara, Politeknik Sekayu, Sekayu 30711

E-mail:bayy10@gmail.com

### ABSTRAK

Ice Block merupakan salah satu jenis es yang banyak digunakan untuk keperluan domestik, produksi Ice Block banyak digunakan untuk proses pengawetan suatu prodak dalam jangka waktu tertentu. Industrial Ice Block Maker Trainer adalah salah satu alat yang digunakan untuk membuat Ice Block dengan menggunakan Nacl sebagai refrigeran sekunder. Jumlah kandungan garam (NaCl) sebagai refrigeran sekunder tentu mempengaruhi performance suatu sistem pendingin dan hasil akhir yang didapat. Untuk itu maka dilakukan penelitian pengaruh jumlah kandungan garam pada proses pembuatan Ice Block menggunakan Industrial Ice Block Maker. Tujuannya yaitu untuk memperoleh performance dan efek pendinginan yang baik. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan membandingkan empat variasi larutan garam (NaCl) yaitu 10%, 15%, 20% dan 25% dengan pengambilan data per 60 menit sebanyak 3 kali. Data yang diambil berupa tekanan dan temperatur. Dari data yang diambil maka akan didapat nilai entalpi dan COP pada masing-masing proses dengan siklus kompresi uap. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu maksimal yaitu  $-19.983^{\circ}\text{C}$  COPactual terbaik pada persentase campuran larutan garam (NaCl) 25% pada menit ke 180 yaitu 1,7 dan efisiensi terbesar terjadi pada persentase campuran larutan garam (NaCl) 20% pada menit ke 120 yaitu 34,48%.

**Kata Kunci:** Ice Block, COP dan Efisiensi

### 1. Pendahuluan

#### 1.1. Latar Belakang

Mesin pendingin merupakan salah satu alat yang digunakan baik untuk kenyamanan manusia maupun untuk proses pengawetan produk. Salah satu siklus yang digunakan yaitu siklus kompresi uap. Refrigerasi adalah proses perpindahan kalor dari satu tempat ke tempat yang lain.

Industrial Ice Block Maker adalah alat refrigerasi yang digunakan untuk membuat es balok dengan menggunakan refrigeran sekunder yaitu berupa air yang ditambah garam (NaCl). Jumlah garam yang digunakan sebagai refrigeran sekunder tentu saja akan mempengaruhi jangka waktu proses pembekuan air sehingga menjadi es.

Larutan air garam(brines) sering digunakan sebagai refrigeran sekunder karena sangat efektif dalam meningkatkan produktivitas dan efisiensi. Larutan air garam merupakan salah satu alternatif yang dapat dijadikan sebagai refrigeran sekunder. Alasannya, mampu menurunkan titik beku sampai  $-30^{\circ}\text{C}$ .(Sumardi, K.2012)

#### 1.2. Tujuan Penelitian

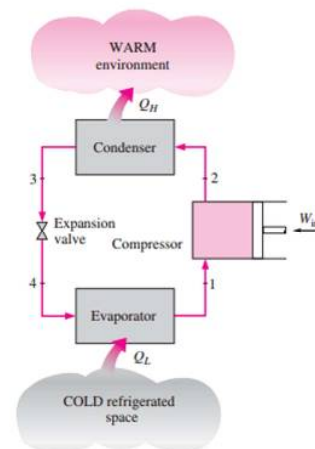
Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa performansi sistem refrigerasi dengan berbagai variasi jumlah garam dan juga untuk mengetahui tingkat capaian pendinginan maksimal, nilai COP maksimal dan nilai efisiensi yang dicapai berdasarkan jumlah garam yang digunakan.

### 2. Tinjauan Pustaka

#### 2.2. Refrigerasi

Refrigerasi adalah proses memindahkan kalor dari satu tempat ke tempat yang lain.

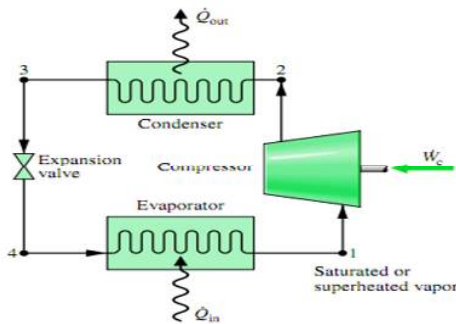
(Whitman, B. et al.2006)



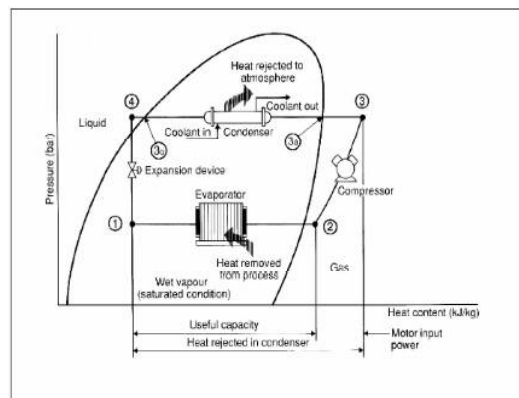
**Gambar 1.** Siklus Refrigerasi Kompresi Uap (Y.A. Cengel and M.A. Boles)

Sistem pendingin kompresi uap adalah sistem refrigerasi yang paling umum digunakan saat ini. Pada Gambar 1 dan 2 kondisi pada titik 1: Fluida kerja dikompresikan di dalam kompresor dari tingkat keadaan 1 ke tingkat keadaan 2, pada

tekanan tinggi ini fluida diembunkan di dalam kondensator ke tingkat keadaan 3 dan kemudian diekspansikan dengan katup ekspansi ke tingkat keadaan 4 dan berevaporasi di dalam evaporator kembali ke tingkat keadaan 1.



**Gambar 2.** Siklus Kompresi Uap  
(Sumber : Shapiro, H.N and Moran, MJ. 2006)



**Gambar 3.** Skematis Siklus Refrigerasi dan Perubahan Tekanannya  
(Sumber : Arora. C.P. 2000)

**2.2. Coefficient of Performance (COP)**

Koefisien prestasi (COP) adalah suatu koefisien yang besarnya sama dengan efek refrigerasi (ER) dibagi dengan kerja kompresor (Wk). Koefisien prestasi ini identik dengan efisiensi pada motor bakar. Makin tinggi nilai COP nya, makin baik sistim refrigerasi tersebut. Nilai COP ini biasanya lebih besar dari pada satu (1).

COP carnot ialah COP maksimum yang dapat dimiliki oleh suatu sistem. COPcarnot dapat dicari dengan menggunakan persamaan:

$$COP_{carnot} = \frac{(273,15 + T_c)}{(T_H - T_c)} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

- T<sub>c</sub> = Temperature Cooling (°C)
- T<sub>H</sub> = Temperature Heating (°C)

COPactual ialah COP sebenarnya yang dimiliki oleh suatu sistem. COP aktual dapat dicari dengan menggunakan persamaan:

$$COP_{actual} = \frac{(h_1 - h_4)}{(h_2 - h_1)} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana:

- COP = Coefficient of Performance
- h<sub>1</sub> = Enthalpy Suction Compressor (kj/kg)
- h<sub>2</sub> = Enthalpy Discharge Compressor (kj/kg)
- h<sub>3</sub> = Enthalpy Output Condenser (kj/kg)
- h<sub>4</sub> = Enthalpy Output Expansion Valve (kj/kg)

Perbandingan besaran COPactual dan COPcarnot menunjukkan efisiensi sistem refrigerasi dengan persamaan berikut:

$$\eta_{ref} = \frac{COP_{aktual}}{COP_{carnot}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.3)$$

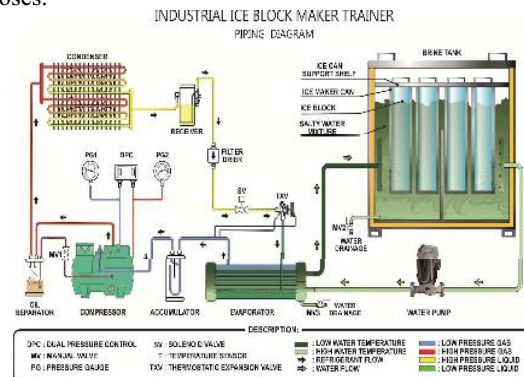
Dimana:

- η = Efisiensi (%)
- COP<sub>aktual</sub> = Coefficient of Performance Actual
- COP<sub>carnot</sub> = Coefficient of Performance Carnot

**3. Metodologi Penelitian**

Pengambilan data dilakukan sebanyak 4 kali, dengan jeda waktu 60 menit setiap pengambilan data. Dengan masing-masing persentase garam (NaCl) yang akan dicampur dengan air masing-masing 10 %, 15%, 20% dan 25%.

Dari eksperimen yang dilakukan maka akan diperoleh nilai COPcarnot , COPactual, efisiensi dan capaian suhu maksimal dari masing-masing proses.



**Gambar 4.** Piping Diagram Ice Block Maker  
(Sumber : Labtech.2012)

**3.1. Diskripsi Perangkat Uji**



**Gambar 5.** Ice Block Maker Trainer  
(Sumber : labtech.2012)

Komponen perangkat pengujian:

- 1) Perangkat alat Trainer Ice Block Maker
- 2) Refrigeran 404A
- 3) Garam (NaCl)
- 4) Air

**3.2. Prosedur Pengujian**

Prosedur pengujian terdiri dari langkah-langkah persiapan dan pengujian/pengambilan data. Langkah persiapan meliputi perakitan, instalasi uji pemvakuman, pengisian refrigeran dan tes kebocoran.

Setelah alat dipersiapkan maka dilakukan persiapan bahan yang terdiri dari air yang dimasukkan kedalam cetakan Ice Block dan persiapan garam yang akan digunakan untuk campuran air yang ada di evaporator sebagai refrigeran sekunder. Persiapan garam masing-masing untuk setiap pengujian yaitu 10%, 15%, 20% dan 25%.

Air yang digunakan sebagai refrigeran sekunder sebanak 491 liter sehingga 10% garam yaitu 49 liter, 15% garam yaitu 73 liter, 20% garam yaitu 98 liter dan 25% garam yaitu 122 liter. Jadwal masuk dan Keluar Mahasiswa Asrama

**4. Hasil dan Pembahasan**

Dari hasil penelitian variasi pengaruh jumlah garam yang digunakan sebagai campuran refrigeran sekunder untuk proses pembentukan ice block diperoleh data sebagai berikut :

**Tabel 1.** Capaian Suhu

Variasi	Capaian Suhu (°C)			
	60	120	180	240
Jumlah Garam	menit	menit	menit	menit
10%	-17.429	-17.429	-19.983	-19.983
15%	-17.429	-15.775	-17.429	-19.06
20%	-15.775	-17.429	-18.131	-19.06
25%	-17.429	-15.775	-17.429	-19.06

**Tabel 2.** Tekanan Suction Compressor

Variasi	Tekanan Suction (Bar)			
	60	120	180	240
Jumlah Garam	menit	menit	menit	menit
10%	3.4	3.4	3.1	3.1
15%	3.4	3.6	3.4	3.2
20%	3.6	3.6	3.4	3.2
25%	3.4	3.6	3.4	3.2

**Tabel 3.** Tekanan Discharge

Variasi	Tekanan Discharge Compressor(Bar)			
	60	120	180	240
Jumlah Garam	menit	menit	menit	menit
10%	16	16	15.5	15
15%	16	16	15	15
20%	16.1	16.1	16	16
25%	16	16	15	15

**Tabel 4.** Suhu Suction Compressor

Variasi	Suhu Suction Compressor (°C)			
	60	120	180	240
Jumlah Garam	menit	menit	menit	Menit
10%	26	21	11	6
15%	18	9	9	5
20%	16	4	7	2
25%	18	9	9	5

**Tabel 5.** Suhu Discharge Compressor

Variasi	Suhu Discharge Compressor (°C)			
	60	120	180	240
Jumlah Garam	menit	menit	menit	menit
10%	115	115	109	106
15%	113	113	104	101
20%	118	111	112	108
25%	11	113	104	101

**Tabel 6.** Suhu Output Condensor

Variasi	Suhu Output Condenser (°C)			
	60	120	180	240
Jumlah Garam	menit	menit	menit	menit
10%	43	41	36	36
15%	39	39	37	37
20%	42	40	41	41
25%	39	39	37	37

**Tabel 7.** COP<sub>actual</sub>

Variasi	COP <sub>actual</sub>			
	60	120	180	240
Jumlah Garam	menit	menit	menit	menit
10%	1,68	1,54	1,47	1,36
15%	1,57	1,44	1,46	1,3
20%	1,58	1,69	1,51	1,43
25%	1,66	1,57	1,7	1,61

**Tabel 8.** COP<sub>carnot</sub>

Variasi	COP <sub>carnot</sub>			
	60	120	180	240
Jumlah Garam	menit	menit	menit	menit
10%	4,9	4,9	4,8	4,9
15%	4,9	5,1	5,1	4,9
20%	5	4,9	4,8	4,7
25%	5	5,1	5,2	5

**Tabel 9.** Efisiensi

Variasi	Efisiensi (%)			
	60	120	180	240
Jumlah Garam	menit	menit	menit	menit
10%	34,28	31,42	30,62	27,75
15%	32,04	28,23	28,62	26,53
20%	31,6	34,48	31,45	30,42
25%	33,2	30,78	32,69	32,2

**5. Kesimpulan**

- 1) Dari pengujian dapat disimpulkan bahwa:
- 2) Suhu air yang digunakan untuk pembekuan air menjadi es maksimal yaitu -19.983<sup>0</sup>C.
- 3) COP<sub>actual</sub> terbaik pada persentase campuran larutan garam (NaCl) 25% pada menit ke 180 yaitu 1,7.
- 4) Efisiensi terbesar terjadi pada persentase campuran larutan garam (NaCl) 20% pada menit ke 120 yaitu 34,48%.

**DAFTAR PUSTAKA**

Arora, C.P. 2000.*Refrigeration and Air Conditioning 2<sup>nd</sup> Edition. New Delhi: Tata Mc. Graw-Hill Education.*

Cengel, Y.A. and Boles M.A. 2006.*Thermodynamics An Engineering Approach. McGraw-Hill.*

Labtech. 2012. *Industrial Ice Block Maker Trainer(RCO-ICM-C). Batam: Labtech International LTD.*

Shapiro, H.N. and Moran, M.J. 2006. *Fundamentals Engineering Thermodynamics. England: John Wiley and Sons, Inc.*

Sumardi, K. 2012. *Perbandingan Refrigeran Sekunder Antara Larutan Garam Import Dengan Lokal Pada Sistem Refrigerasi. Bandung: FPTK UPI*

Whitman, B.et al. 2006.*Refrigeration & Air Conditioning Technology. United States: Cengage Learning, Inc.*