

# Studi Eksperimen Pengaruh Variasi Temperatur pada Inlet Generator dan Tekanan Sistem terhadap Performansi Mesin Pendingin Difusi Absorpsi Fluida Kerja R134a-DMF

Muhamad Faiq Ridho Ahada Kuswara dan Ary Bachtiar Krishna Putra  
Departemen Teknik Mesin, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
*e-mail*: arybach@me.its.ac.id

**Abstrak**—Krisis energi telah menjadi permasalahan yang melanda seluruh negara di dunia pada saat ini, sehingga perlu solusi baru untuk memenuhi permintaan energi secara global. Energi fosil yang digunakan dalam sektor transportasi adalah salah satu yang dapat diperhatikan dikarenakan peningkatan permintaan konsumsi energi yang signifikan setiap tahunnya dalam jumlah yang besar. Sektor transportasi menggunakan hampir 25,24% dari total penggunaan energi fosil dunia. Faktanya, hampir 70% energi terbuang dari mesin berbahan bakar fosil, dimana sebagian besar dibuang dalam bentuk panas. Solusi yang dapat dilakukan adalah memanfaatkan waste heat recovery dari mesin *Internal Combustion Engine* sebagai langkah untuk mengurangi energi panas yang terbuang dari mesin ICE untuk dipasangkan dengan sistem refrigerasi difusi absorpsi (DAR). Penelitian dilakukan secara eksperimen menggunakan sistem refrigerasi difusi absorpsi yang ada di jurusan teknik mesin FTIRS-ITS dengan basis mesin DAR 1 yang telah dimodifikasi pada bagian generator, yakni menggunakan aliran dari thermal oil yang telah dipanaskan sebelumnya sebagai input panas dari generator. Fluida kerja yang digunakan adalah pasangan refrigeran-absorben R134a sebesar 70% dan Dimetilformamida (DMF) sebesar 30% dengan gas hidrogen sebagai gas inert yang mengisi tekanan dalam sistem. Debit thermal oil dijaga konstan sebesar 12 liter/jam. Eksperimen ini dilakukan dengan memvariasikan temperatur pada inlet generator sebesar 100°C sampai 150°C dengan kenaikan tiap 10°C. Selain itu divariasikan juga tekanan dalam sistem sebesar 9.7 bar, 11.5 bar dan 14 bar. Pada eksperimen ini, akan didapatkan data temperatur yang diukur dengan termokopel pada beberapa titik dan juga tekanan sistem dengan pressure gauge. Hasil yang diperoleh adalah semakin besar temperatur pada inlet generator yang diberikan maka akan semakin besar COPabs yang dihasilkan. Dan pada tekanan 11.5 bar adalah tekanan yang optimum dan menghasilkan COPabs yang paling tinggi diantara semua variasi tekanan. Adapun COPabs yang paling tinggi dihasilkan sebesar 0.40693 pada tekanan sistem 11.5 bar dan temperatur inlet generator 150°C.

**Kata Kunci**—COP<sub>abs</sub>, Refrigerasi Difusi Absorpsi, Wasted Heat Recovery.

## I. PENDAHULUAN

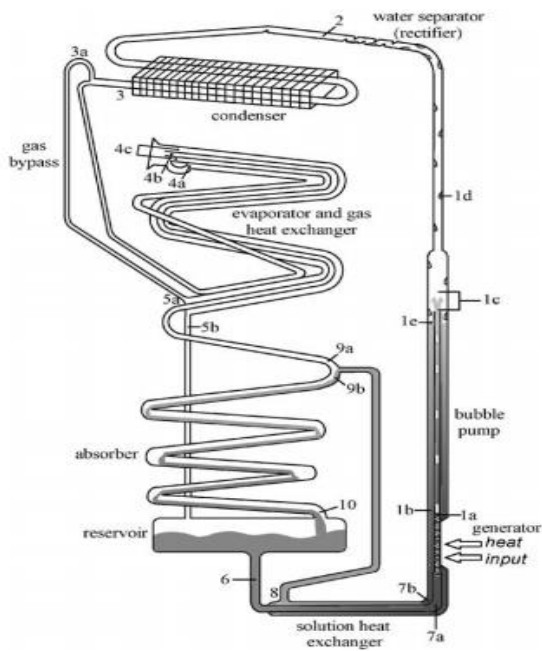
KRISIS energi telah menjadi permasalahan yang melanda seluruh negara di dunia pada saat ini, sehingga perlu solusi baru untuk mengurangi permintaan energi secara global. Energi fosil yang digunakan adalah salah satu yang dapat diperhatikan dikarenakan peningkatan permintaan konsumsi energi yang signifikan setiap tahunnya dalam jumlah yang besar. Energi fosil sendiri masih menyuplai kebutuhan penggunaan energi dunia sebanyak ±85% [1].

Salah satu sektor yang menggunakan energi fosil adalah sektor transportasi, yang menggunakan hampir 25,24% dari total penggunaan energi fosil dunia, dimana sebanyak 40% nya adalah kendaraan bermesin ICE (*Internal Combustion Engine*) yang dilengkapi dengan fitur *air conditioning system*. Faktanya, mesin-mesin ICE membuang hampir 70% energinya, dimana sebagian besar dibuang dalam bentuk panas. Maka dari itu, salah satu alternatif cara yang dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan *waste heat* dari mesin-mesin berbahan bakar fosil terutama ICE sebagai langkah untuk menaikkan efisiensi dari mesin sekaligus mengurangi energi panas yang terbuang dari mesin ICE.

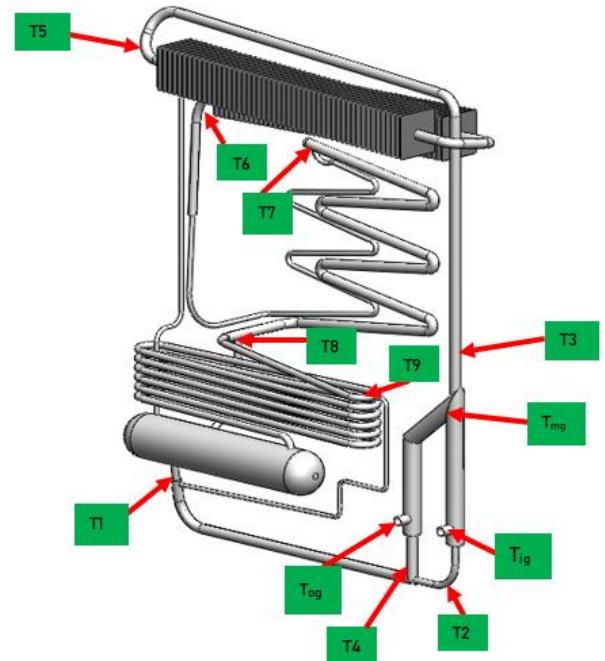
Pada tahun 1922, mahasiswa dari KTH *Royal Institute of Technology*, Sweden menciptakan mesin pendingin yang memanfaatkan energi panas sebagai sumber energinya. Mesin pendingin ini menggunakan sistem refrigerasi difusi absorpsi (*Diffusion Absorption Refrigeration*) yang berbeda dengan siklus kompresi uap (*Vapor Compression Refrigeration*). Pada sistem refrigerasi difusi absorpsi, tidak menggunakan kompresor untuk menjalankan sistemnya, melainkan diganti dengan pasangan refrigeran – absorben yang dipisahkan dengan cara pemanasan oleh generator. Panas ini dapat bersumber dari *solar panel* ataupun *thermal oil* yang telah dipanaskan dengan pemanas elektrik, sehingga memiliki keunggulan berupa konsumsi daya yang rendah. Namun, sistem pendingin dengan menggunakan siklus difusi absorpsi refrigerasi sudah mulai banyak ditinggalkan karena memiliki COP (*Coefficient of Performance*) yang jauh lebih rendah jika dibandingkan mesin pendingin dengan menggunakan siklus kompresi uap. Oleh karena itu, diperlukan studi eksperimen lebih lanjut mengenai siklus refrigerasi difusi absorpsi agar mendapatkan COP yang maksimal.

Dengan dua permasalahan yang telah dijabarkan, alternatif cara yang dapat dilakukan sebagai solusi adalah menggunakan *waste heat* dari mesin ICE digabungkan dengan pemanfaatan sistem refrigerasi difusi absorpsi. Selain dapat meningkatkan efisiensi dari mesin ICE, sistem refrigerasi difusi absorpsi dapat mengganti sistem pendinginan pada kabin sehingga dapat mengurangi beban kerja mesin dan dapat menurunkan jumlah bahan bakar yang dibutuhkan. Dan dengan *waste heat* yang dimanfaatkan kembali, juga dapat mengurangi efek dari rumah kaca.

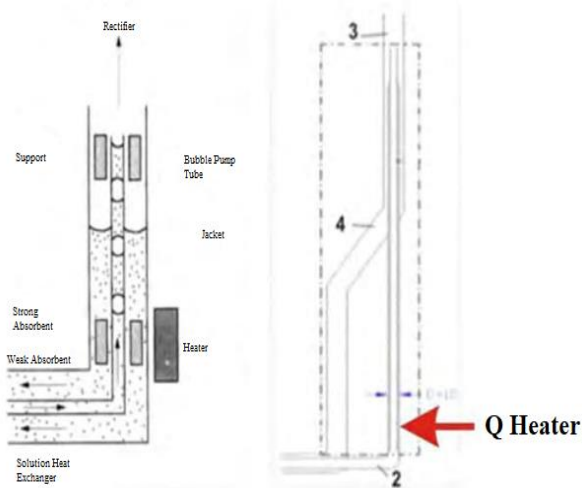
Tugas akhir ini dibuat dengan harapan dapat menemukan performansi maksimum dari mesin refrigerasi difusi absorpsi sehingga dapat mengangkat kembali popularitas mesin



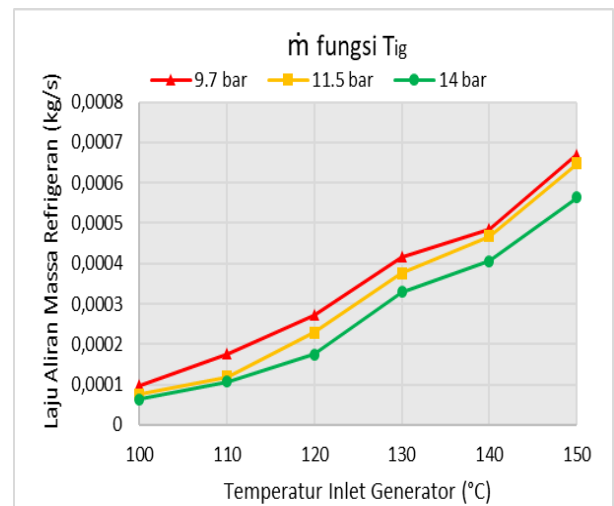
Gambar 1. Skematik diagram siklus refrigerasi difusi absorpsi.



Gambar 3. Titik-titik pengukuran pada sistem.



Gambar 2. (a) Generator Sebelum Dimodifikasi (b) Generator Sesudah Dimodifikasi.



Gambar 4. Grafik laju aliran massa refrigeran fungsi temperatur inlet generator.

pendingin dengan siklus DAR. Variasi yang digunakan adalah temperatur *inlet generator* sebagai *input* panas ke dalam mesin refrigerasi difusi absorpsi dan tekanan dalam sistem mesin DAR. Fluida kerja yang digunakan adalah refrigeran R134a dan absorben DMF (Dimethyl Formamida). R134a adalah refrigeran generasi ketiga dengan sifat fisik dan termal yang lebih baik dari refrigeran generasi sebelumnya, dilihat dari tingkat kestabilan, *flammability*, *toxicity*, ODP, dan GWP. DMF memiliki daya larut dan titik didih yang tinggi, sehingga DMF tidak ikut menguap di generator bersama dengan refrigeran sehingga tidak mengurangi kemampuan pendinginan di evaporator.

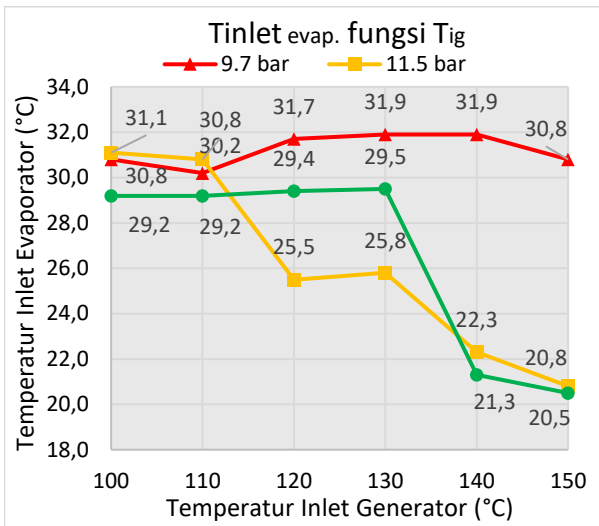
## II. URAIAN PENELITIAN

### A. Refrigerasi Difusi Absorpsi

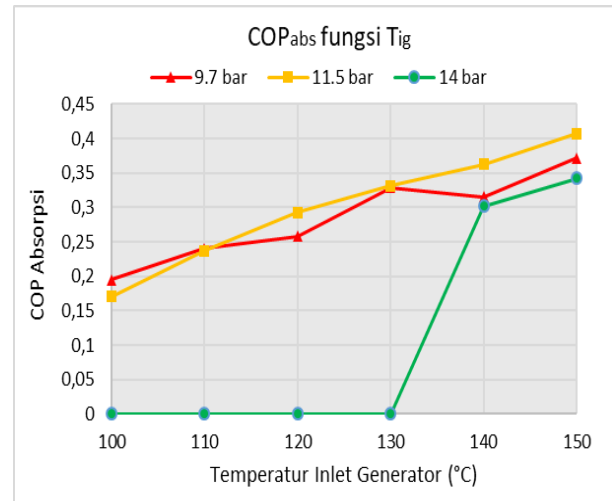
Pada tahun 1922, mahasiswa dari KTH Royal Institute of Technology, Sweden menciptakan mesin pendingin yang memanfaatkan energi panas sebagai sumber energinya.

Mesin pendingin ini menggunakan sistem refrigerasi difusi absorpsi (*Diffusion Absorption Refrigeration*). Pada sistem refrigerasi difusi absorpsi, semua siklus yang terjadi dilakukan secara sendirinya (*natural circulation*). Skematik diagram siklus refrigerasi difusi absorpsi pada Gambar 1 [2].

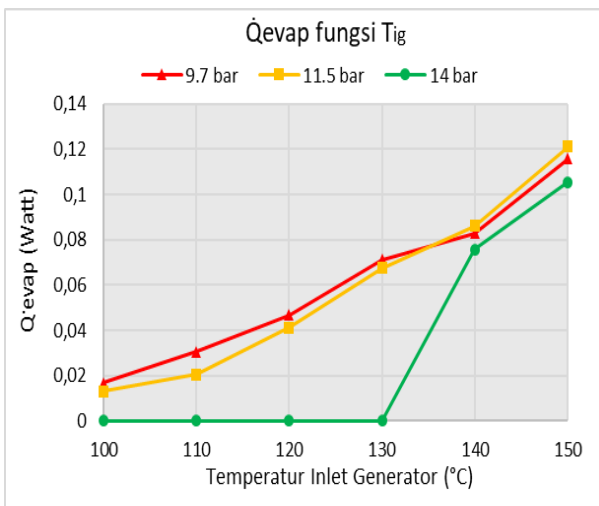
Cara kerja dari sistem refrigerasi difusi absorpsi sedikit berbeda dengan refrigerasi absorpsi biasa. Panas disuplai masuk kedalam sistem pendingin melalui generator dan memisahkan uap refrigeran dari larutan kaya (1a). Lalu gelembung uap refrigeran naik ke atas bubble pump. Pada tahap ini, refrigeran yang masih dalam bentuk water vapour dan juga larutan lemah akan keluar dari bubble pump (1c). Uap refrigeran akan bergerak melalui rectifier untuk dimurnikan (1e). Uap refrigeran murni akan mengalir ke kondensor. Di kondensor, uap refrigeran akan di kondensasikan dan masuk ke dalam evaporator secara alami karena adanya gaya gravitasi. Uap refrigeran yang tidak terkondensasi akan mengalir ke reservoir melalui jalur *bypass* (3a). Refrigeran cair hasil kondensasi akan keluar melalui



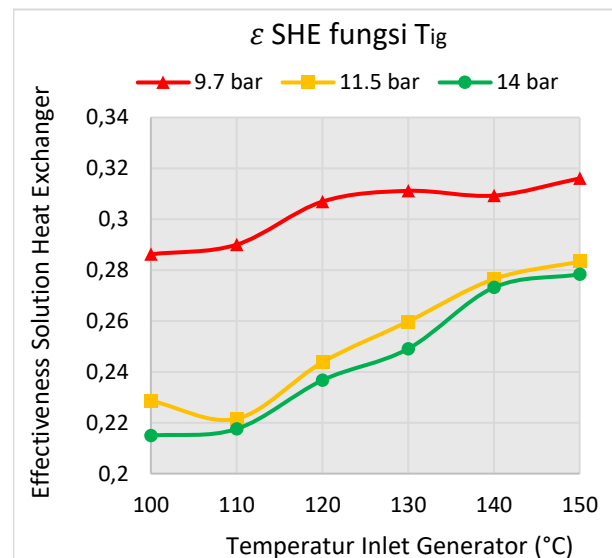
Gambar 5. Grafik temperatur *inlet* evaporator fungsi temperatur *inlet* generator.



Gambar 7. Grafik COPabs fungsi temperatur *inlet* generator.



Gambar 6. Grafik  $\dot{Q}_{evap}$  fungsi temperatur *inlet* generator.



Gambar 8. Grafik effectiveness SHE fungsi temperatur *inlet* generator.

tube (4a) dan bertemu dengan gas hidrogen yang keluar melalui tube (4b). Pertemuan antara refrigeran cair dan gas hidrogen sebagai gas inert akan menurunkan tekanan parsial dari refrigeran. Turunnya tekanan parsial dari refrigeran akan menyebabkan refrigeran dapat menguap pada temperatur yang lebih rendah. Pada saat yang sama, refrigeran cair ini menerima kalor yang dihasilkan dari beban pendinginan sehingga terjadi pertukaran panas dari beban kabin yang mengakibatkan refrigeran cair mulai menguap. Proses penguapan refrigeran cair terjadi secara terus-menerus yang mengakibatkan campuran uap refrigeran dan gas hidrogen mengisi pipa sepanjang evaporator. Dikarenakan massa jenis uap refrigeran jauh lebih besar dibanding massa jenis gas hidrogen, uap campuran akan semakin berat sehingga uap campuran tersebut dapat turun dari evaporator dan memasuki reservoir absorber.

Di dalam reservoir, sebagian kecil uap refrigeran akan diserap oleh cairan absorber yang berada dalam *strong solution*. Sementara sebagian besar uap refrigeran yang tidak terserap di reservoir, akan mengalir ke absorber melalui tube (10). Pada saat yang sama, absorber yang berisi *weak solution* mengalir menuju reservoir dan bertemu dengan sebagian besar uap refrigeran. Sehingga uap refrigeran akan terserap oleh *weak solution* dan merubahnya menjadi *strong solution*

dan mengalir ke reservoir. Penyerapan uap refrigeran ini akan meninggalkan gas hidrogen dan sedikit uap refrigeran yang tidak terserap, mereka akan bergerak keatas menuju *inlet* evaporator dikarenakan massa jenis yang telah berkurang akibat penyerapan tadi. Gas hidrogen tidak bereaksi (*inert*) dan hanya berperan sebagai penurun tekanan parsial refrigeran.

### B. Modifikasi pada Sistem Refrigerasi Difusi Absorpsi yang Telah Dilakukan

Mesin difusi absorpsi refrigerasi yang berada di laboratorium sistem pendingin mesin FTIRS-ITS, telah mengalami beberapa kali modifikasi. Pada tahun 2013, Mohamad Riva'i mendesain ulang generator pada mesin difusi absorpsi refrigerasi dengan menghilangkan pipa *weak solution* pada generator, sehingga input dari pemanas elektrik dapat langsung memanaskan pipa *strong solution*. Tujuannya agar penyerapan panas yang terjadi bisa lebih maksimal. Dan mengalami modifikasi kedua pada tahun 2016, dimana Rizkiawan Muhamad Firmansyah, dkk. melakukan penelitian menggunakan mesin DAR yang sebelumnya dikerjakan oleh Mohamad Riva'i. Rizkiawan, dkk. memodifikasi mesin DAR pada bagian input panas dari generator. Pemanas elektrik yang semula langsung memanasi generator diubah menjadi

thermal oil yang dipanaskan oleh pemanas elektrik di dalam reservoir thermal oil.

### III. METODOLOGI

#### A. Skema Peralatan dan Sistem Mesin Refrigerasi Difusi Absorpsi

Gambar 2 merupakan skema dari sistem refrigerasi difusi absorpsi yang digunakan dalam penelitian ini [3]. Penelitian ini menggunakan aliran massa dari *thermal oil* yang sebelumnya telah dipanaskan didalam *reservoir thermal oil* oleh heater electric. Oli panas digunakan sebagai generator dalam sistem, dan diatur debitnya konstan sebesar 12 liter/jam.

Keterangan:

1. Mesin DAR
2. *Flowmeter*
3. Pompa
4. Pemanas elektrik
5. *Valve*
6. *Reservoir thermal oil*
7. *Isolated pipe*
8. Termokontrol

#### B. Titik Pengukuran dalam Sistem

Titik pengukuran dalam system dapat dilihat pada Gambar 3.

Keterangan:

1. Temperatur *inlet generator* ( $T_{ig}$ )
2. Temperatur *outlet generator* ( $T_{og}$ )
3. Temperatur *middle generator* ( $T_{mg}$ )
4. Temperatur *outlet reservoir* ( $T_1$ )
5. Temperatur *strong solution* yang masuk ke dalam generator ( $T_2$ )
6. Temperatur *strong solution* keluar generator, *weak solution* masuk generator ( $T_3$ )
7. Temperatur *weak solution* keluar generator ( $T_4$ )
8. Temperatur *inlet kondensor* ( $T_5$ )
9. Temperatur *outlet kondensor* ( $T_6$ )
10. Temperatur *inlet evaporator* ( $T_7$ )
11. Temperatur *outlet evaporator* ( $T_8$ )
12. Temperatur pada *inlet absorber* ( $T_9$ )
13. Tekanan sistem ( $P$  sistem)

#### C. Perhitungan Sistem Refrigerasi Difusi Absorpsi

##### a. Fraksi Massa

$$w = \frac{m_{R134a}}{m_{R134a} + m_{DMF}} \quad (1)$$

##### b. Fraksi mol

$$X = \frac{n_{R134a}}{n_{R134a} + n_{DMF}} \quad (2)$$

##### c. Laju Aliran Massa *Strong Solution*

$$\dot{m}_{SS} = \frac{m_{oli} \cdot cp \cdot (T_{ig} - T_{mg})}{h_{out,SS} - h_{in,SS}} \quad (3)$$

##### d. Laju Aliran Massa *Weak Solution*

$$\dot{m}_{WS} = \frac{m_{oli} \cdot cp \cdot (T_{mg} - T_{og})}{h_{out,WS} - h_{in,WS}} \quad (4)$$

##### e. Laju Aliran Massa Refrigeran

$$\dot{m}_{Ref.} = w_{SS} \cdot \dot{m}_{SS} - w_{WS} \cdot \dot{m}_{WS} \quad (5)$$

##### f. Kapasitas Pendinginan

$$\dot{Q}_{evap} = \dot{m}_{Ref.} (h_8 - h_7) \quad (6)$$

##### g. Kalor yang diberikan Generator

$$\dot{Q}_{gen} = \dot{m}_{oli} \cdot cp_{oli} \cdot (T_{ig} - T_{og}) \quad (7)$$

##### h. Coefficient of Performance Absorpsi ( $COP_{abs}$ )

$$COP_{abs} = \frac{\dot{Q}_{evaporator}}{\dot{Q}_{generator}} \quad (8)$$

##### i. Effectiveness Solution Heat Exchanger

$$\varepsilon = \frac{\dot{m}_{ss}(h_{in,SS} - h_{T1,SS})}{\dot{m}_{min}(h_{out,WS} - h_{T1,SS})} \quad (9)$$

Persiapan mesin difusi absorpsi refrigerasi sendiri yang pertama adalah mengosongkan fluida kerja lama yang masih terdapat dalam mesin, selanjutnya dilakukan flushing agar memastikan bahwa sistem benar-benar kosong. Setelahnya dilakukan pengujian kebocoran dengan menggunakan nitrogen. Setelah dipastikan tidak terdapat kebocoran dalam sistem, selanjutnya dilakukan pemvakuman terhadap sistem untuk menghilangkan udara yang masih tersisa di dalam mesin. Langkah selanjutnya adalah mengisi sistem dengan absorben Dimethylformamida (DMF) dan refrigeran R134a dengan komposisi refrigeran-absorben sebesar 70%-30%. Lalu yang terakhir adalah pengisian gas hidrogen sebagai gas inert untuk menaikkan tekanan sistem.

Setelah persiapan selesai, langkah selanjutnya adalah proses berjalannya sistem dengan cara menyalakan heater pada reservoir thermal oil dan mensirkulasikan thermal oil tersebut ke mesin DAR sebagai input panas dari mesin DAR. Temperatur pada *inlet generator* dibatasi menggunakan termokontrol. Kemudian tunggu hingga sistem mencapai kondisi *steady*.

Setelah dipastikan berada pada kondisi *steady*, dilakukan pengambilan data berupa temperatur di titik-titik yang telah ditentukan sebelumnya dan juga tekanan sistem. Setelah itu variasi temperatur *inlet generator* dapat diubah dengan cara mengubah nilai dari termokontrol. Untuk variasi tekanan sistem dapat diubah dengan cara penambahan gas inert.

### IV. ANALISA DATA DAN KESIMPULAN

Data yang didapatkan diolah dengan menggunakan perhitungan hasilnya di plot pada grafik-grafik berikut ini. Semua grafik disajikan dalam 3 trendline yang menunjukkan masing-masing variasi terhadap tekanan sistem yakni 9.7 bar, 11.5 bar dan 14 bar.

Pada gambar 4 terlihat bahwa laju aliran massa refrigeran cenderung naik seiring dengan naiknya temperatur *inlet generator*. Hal ini sesuai dengan teori molekul kinetik dimana proses pemanasan sendiri berarti menambah energi kalor ke dalam suatu zat, energi itu akan digunakan untuk mengalahkan gaya tarik antar molekul yang saling berikatan. Semakin tinggi temperatur yang diberikan, semakin tinggi pula energi kalor yang diterima larutan. Pada eksperimen ini, energi kalor digunakan untuk memisahkan refrigeran R134a di dalam pelarut DMF, sekaligus menguapkannya. Semakin tinggi temperatur *inlet generator* yang diberikan, maka akan semakin banyak uap refrigeran yang dihasilkan sehingga

lebih banyak laju aliran massa refrigeran yang bersirkulasi menuju kondensor.

Sedangkan laju aliran massa refrigeran cenderung turun seiring dengan naiknya tekanan sistem. Hal ini dikarenakan proses pemanasan pada generator juga merupakan proses perubahan fase dari liquid ke gas oleh refrigeran R134a. Pada tekanan yang lebih tinggi, maka membutuhkan temperatur yang lebih tinggi pula.

Pada gambar 5 terlihat bahwa pada variasi tekanan sistem 9.7 bar masih belum terlihat adanya penurunan temperatur pada *inlet* evaporator. Hal ini dikarenakan tekanan sistem yang diatur oleh gas inert sendiri masih kurang. Adapun variasi tekanan sistem diatur oleh gas inert, semakin banyak gas inert maka akan semakin tinggi tekanan sistem. Pada sistem refrigerasi difusi absorpsi, tekanan gas inert berfungsi sebagai layaknya katup ekspansi yang mempersempit jalur dari laju aliran massa refrigeran sebelum masuk ke dalam evaporator. Sehingga dapat menurunkan tekanan parsial dari refrigeran, dan diiringi oleh turunnya temperatur dari refrigeran. Pada variasi tekanan sistem 9.7 bar memang masih dibawah standar spesifikasi dari mesin DAR yang berada di laboratorium sistem pendingin teknik mesin FTIRS-ITS. Sehingga belum terjadi penurunan temperatur dari *inlet* evaporator. Adapun kesalahan lain pada data ini adalah trendline yang cenderung naik. Hal ini diakibatkan oleh kesalahan pada alat ukur termokopel. Pada tekanan sistem 11.5 bar dan 14 bar sudah terjadi penurunan dari temperatur *inlet* evaporator, hal ini berarti gas inert sudah cukup dan bekerja dengan baik. Adapun semakin tinggi tekanan sistem maka akan semakin rendah temperatur dari *inlet* evaporator. Hal ini diakibatkan semakin tinggi tekanan sistem berarti semakin banyak gas inert yang ditambahkan sehingga semakin sempit jalur yang dilalui oleh refrigeran sebelum masuk ke evaporator. Hal ini mengakibatkan penurunan tekanan parsial yang lebih besar sehingga temperatur *inlet* evaporator dapat lebih rendah. Adapun kesalahan data pada variasi tekanan sistem 14 bar pada temperatur *inlet generator* sebesar 100-130°C dikarenakan uap refrigeran R134a keluaran generator, sudah terlebih dahulu berubah fase sebelum masuk ke dalam kondensor. Dikarenakan geometri yang condong miring kearah generator, liquid refrigeran tersebut kembali ke dalam generator sehingga dianggap tidak ada refrigeran yang bersirkulasi masuk ke dalam kondensor dan evaporator. Hal ini diakibatkan oleh temperatur dari *inlet generator* yang kurang. Maka dari itu, sebagai konsekuensi dari kenaikan tekanan sistem adalah dengan menaikkan temperatur dari *inlet generator*, untuk mencegah terjadinya perubahan fase sebelum kondensor. Hal ini juga berkaitan dengan temperatur saturasi dari refrigeran R134a yang lebih tinggi pada kondisi tekanan yang lebih tinggi.

Pada gambar 6 terlihat bahwa semakin tinggi temperatur *inlet generator* maka  $\dot{Q}_{evap}$  akan semakin tinggi pula. Hal ini diakibatkan oleh laju aliran massa refrigeran yang semakin tinggi pula. Sedangkan nilai dari  $\dot{Q}_{evap}$  sebanding dengan laju aliran massa refrigeran.

Untuk tekanan sistem sendiri, nilai dari  $\dot{Q}_{evap}$  tergantung pada dua parameter, yakni laju aliran massa refrigeran dan delta entalpi antara outlet-*inlet* evaporator. Semakin tinggi tekanan sistem maka akan semakin rendah laju aliran massa refrigeran. Namun disatu sisi, semakin tinggi tekanan sistem maka akan semakin tinggi pula delta entalpi antara outlet-

*inlet* evaporator. Hal ini mengakibatkan terdapat hubungan yang saling bertolak belakang dalam penyusunan nilai dari  $\dot{Q}_{evap}$ . Sehingga dapat disimpulkan bahwa, tidak ada hubungan yang dapat didefinisikan dengan jelas antara tekanan sistem dengan  $\dot{Q}_{evap}$ . Untuk variasi tekanan sistem 14 bar pada temperatur *inlet generator* sebesar 100-130°C sendiri dianggap nol dikarenakan tidak adanya laju aliran massa yang bersirkulasi seperti pada pembahasan sebelumnya.

Pada gambar 7 terlihat bahwa COPabs cenderung naik seiring dengan naiknya temperatur *inlet generator*. Hal ini diakibatkan oleh laju aliran massa yang lebih tinggi, sehingga menyebabkan  $\dot{Q}_{evap}$  yang lebih tinggi pula. Hal ini sebanding dengan nilai dari COPabs. Sehingga dengan naiknya temperatur *inlet generator* maka nilai dari COPabs akan naik.

Sedangkan untuk tekanan sistem sendiri, tidak terdapat hubungan yang dapat jelas disimpulkan dikarenakan dua variabel yang saling bertolak belakang pada nilai dari  $\dot{Q}_{evap}$ . Namun pada penelitian ini, dari ketiga variasi yang digunakan, tekanan sistem 11.5 bar lah yang paling besar COPabsnya, yakni sebesar 0.406929 pada temperatur *inlet generator* 150°C.

Pada gambar 8 terlihat bahwa semakin tinggi temperatur *inlet generator* maka akan semakin tinggi pula nilai dari effectiveness Solution Heat Exchanger. Hal ini diakibatkan oleh nilai dari laju aliran massa refrigeran yang meningkat, sehingga menyebabkan keseluruhan dari sirkulasi laju aliran massa dalam sistem refrigerasi difusi absorpsi meningkat. Sehingga nilai dari effectiveness akan meningkat dikarenakan sebanding dengan laju aliran massa *strong solution*.

Untuk tekanan sistem, semakin tinggi tekanan sistem yang diberikan, maka nilai dari effectiveness Solution Heat Exchanger akan menurun. Hal ini diakibatkan oleh laju aliran massa refrigeran yang semakin rendah sehingga keseluruhan sirkulasi dari sistem refrigerasi difusi absorpsi ini semakin rendah. Dikarenakan nilai dari *effectiveness Solution Heat Exchanger* yang sebanding dengan laju aliran massa *strong solution*, maka nilai dari effectiveness SHE akan berkurang seiring dengan naiknya tekanan sistem.

## V. KESIMPULAN/RINGKASAN

Berdasarkan analisis dari data yang telah dilakukan, maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut.; (1)Semakin tinggi temperatur *inlet generator* maka :9A)Nilai COPabs akan semakin tinggi; (b)Laju aliran massa refrigeran akan semakin meningkat.; (c)Besarnya  $\dot{Q}_{evap}$  pada evaporator akan semakin tinggi; (d)*Effectiveness SHE* akan semakin meningkat; (2)Semakin tinggi tekanan sistem maka:9A)Laju aliran massa refrigeran akan semakin rendah; (b)Penurunan tekanan parsial pada refrigeran akan semakin tinggi.; (c)Temperatur pada *inlet* evaporator akan semakin rendah.; (d)Semakin tinggi temperatur minimal yang diperlukan pada *inlet generator*; (e)*effectiveness SHE* akan semakin berkurang.; (3)Hasil terbaik yang didapatkan adalah dengan COPabs sebesar 0.406929 berada pada variasi temperatur *inlet generator* sebesar 150°C dan tekanan sistem sebesar 11.5 bar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. S. R. of W. Energy, *Statistical Review of World Energy*. London: Whitehouse Associates, 2017.
- [2] A. Zohar, M. Jelinek, A. Levy, and I. Borde, "Numerical investigation of a diffusion absorption refrigeration cycle," *Int. J. Refrig.*, vol. 28, no. 4, pp. 515–525, Jun. 2005, doi: 10.1016/j.ijrefrig.2004.11.003.
- [3] M. Riva'i, "Studi Eksperimen Mesin Pendingin Difusi Absorpsi R-22-DMF Variasi Heater Generator," INstitut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 2013.