

Studi Eksperimental Pengaruh Variasi Temperatur dan Debit *Thermal Oil* sebagai Heater *Generator* terhadap Performansi Mesin Pendingin Difusi Absorpsi R22-DMF

Denis Aryanto dan Ary Bachtiar Krishna Putra

Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: arybach@me.its.ac.id

Abstrak—Sistem pendingin saat ini sudah menjadi salah satu kebutuhan yang sangat penting untuk menunjang berbagai aktifitas manusia. Salah satu teknologi pendinginan yang ada saat ini adalah sistem refrijerasi difusi absorpsi atau DAR (*Diffusion Absorption Refrigeration*). Sistem ini menggunakan *generator* untuk menjalankan sistemnya sebagai pengganti kompresor pada sistem kompresi uap. Pada penelitian ini digunakan *thermal oil* yang dipanaskan dengan menggunakan *electric heater* sebagai sumber panas pada *generator*. Fluida kerja yang digunakan dalam sistem adalah pasangan refrijerasi-absorben R22-DMF (*Dimethylformamide*) dengan konsentrasi massa 60%-40% serta gas hidrogen sebagai gas *inert*. Pengujian sistem dilakukan dengan mengkombinasikan 3 variasi debit *thermal oil* yang masuk ke *generator* yaitu sebesar 6 liter/jam, 8 liter/jam dan 10 liter/jam dengan 3 variasi temperatur *thermal oil* sebesar 90°C, 110°C dan 130°C. Hasil unjukkerja terbaik dari sistem difusi absorpsi ini yaitu nilai COP terbesar 0.612 didapatkan pada temperatur *thermal oil* sebesar 130°C dengan debit *thermal oil* sebesar 8 liter/jam. Untuk nilai kapasitas pendinginan (\dot{Q}_{ev})_p terbesar diperoleh sebesar 139,1 watt, laju perpindahan panas pada *generator* (\dot{Q}_{ge})_h 233 watt, laju perpindahan panas pada kondensor 143 watt, laju alir massa refrijerasi 0.000721 kg/s serta efisiensi *generator* 0,233 yang didapatkan pada temperatur *thermal oil* sebesar 130°C dan debit 6 liter/jam.

Kata Kunci—COP, *diffusion absorption refrigeration*, *heater generator*, R22-DMF.

I. PENDAHULUAN

SISTEM refrijerasi difusi absorpsi adalah sebuah inovasi dalam sistem pendingin dimana sistem ini memanfaatkan energi panas untuk menjalankan sistemnya. Fluida kerja yang digunakan pada sistem difusi absorpsi adalah refrijerasi, absorben dan gas *inert*. Berbeda dengan sistem kompresi uap yang menggunakan kompresor, pada sistem difusi absorpsi digunakan *generator* untuk menjalankan sistemnya.

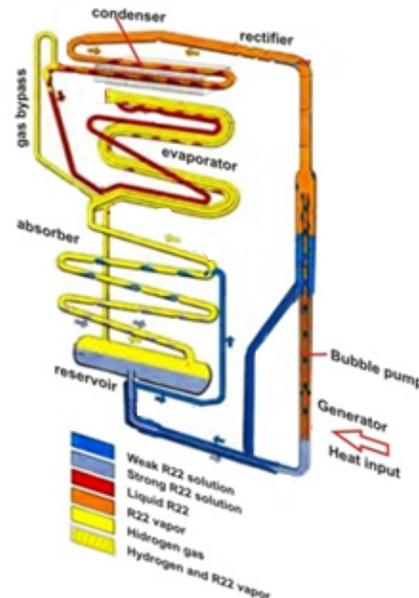
Berbagai macam penelitian telah dilakukan untuk memaksimalkan kinerja sistem difusi absorpsi. Pada salah satu penelitian dilakukan modifikasi pada *generator* yang bertujuan untuk meningkatkan performa sistem difusi absorpsi [1]. Dari penelitian tersebut didapatkan peningkatan performa sistem secara keseluruhan. Dalam penelitian lainnya dilakukan eksperimen dengan cara mengganti sumber panas menggunakan fluida *engine oil* yang dipanaskan dengan *electric heater* dan kolektor surya lalu dilakukan variasi debit fluida masuk ke *generator* [2]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa besar panas yang

diberikan oleh fluida dengan debit terkecil akan mendapatkan performa yang paling baik dikarenakan besar panas yang diterima pada *generator* semakin besar. Penelitian selanjutnya melakukan eksperimen variasi laju pendinginan pada kondensor [3] untuk melihat pengaruhnya terhadap performa sistem. Didapatkan hasil bahwa semakin tinggi laju pendinginan pada kondensor maka semakin baik sistem tersebut.

II. URAIAN PENELITIAN

A. Siklus Difusi Absorpsi Refrijerasi

Siklus refrijerasi difusi absorpsi pertama kali ditemukan oleh Baltzar von Platen dan Carl Munters, dua orang peneliti berkebangsaan Swedia pada tahun 1922, yang menggunakan pemanas elektrik atau pembakaran gas untuk energi pengoperasiannya. Pada mesin pendingin difusi absorpsi ini siklus kerjanya menggunakan energi termal sebagai masukan ke *generator* yang kebanyakan memanfaatkan *waste energy* yaitu sisa energi yang sudah tidak dipakai yang masih dapat digunakan menjadi masukan kalor untuk menjalankan sistem.



Gambar 1. Skema mesin pendingin difusi absorpsi [1]

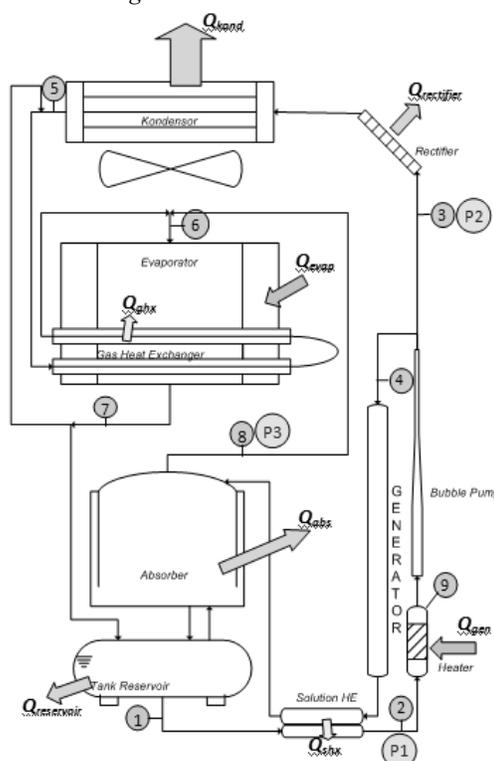
Dari gambar di atas bisa terlihat R22 dipakai sebagai refrijerasi, DMF (*Dimetilformamida*) sebagai absorben dan hidrogen sebagai gas *inert*. Siklus dimulai dari tangki

penampungan (*reservoir*) dimana terdapat larutan kaya (*strong solution*) campuran R22 dan DMF. Larutan ini kemudian mengalir ke *generator* akibat adanya kesetimbangan level cairan antara dua bejana yang berhubungan. *Strong solution* kemudian mengalami pemanasan di dalam *generator* yang menyebabkan sebagian besar R22 menguap. Gelembung-gelembung uap R22 yang terbentuk akan menekan cairan yang berada di dalam *bubble pump*. Uap R22 akan terus bergerak ke atas menuju *rectifier* sementara larutan yang mengandung sedikit R22 (*weak solution*) akan mengalir menuju absorber. Uap R22 yang akan masuk ke kondensator akan dimurnikan oleh *rectifier* untuk menghilangkan sisa DMF yang masih terbawa uap R22. Pada saat melewati kondensator, uap R22 akan melepaskan panas ke sekitar sehingga uap R22 akan terkondensasi secara sempurna dan keluar kondensator dalam fase *liquid*. Kemudian R22 keluaran kondensator akan masuk ke *evaporator* secara alami akibat adanya gaya gravitasi. Pada inlet *evaporator*, R22 akan bertemu dengan hidrogen yang berfungsi untuk menurunkan tekanan parsial R22 sebelum masuk ke *evaporator*. Turunnya tekanan R22 mengakibatkan R22 dapat menguap pada temperatur yang lebih rendah. Di dalam *evaporator*, R22 akan menyerap kalor dari sekitar sehingga terjadi pertukaran panas dari sekeliling ke *evaporator* yang mengakibatkan R22 menguap. Menguapnya R22 mengakibatkan semakin beratnya uap campuran R22-hidrogen sehingga uap campuran akan terbawa turun ke *reservoir*. Di dalam *reservoir* uap R22 akan terserap oleh DMF sehingga uap campuran hidrogen-R22 akan menjadi lebih ringan dan akan naik ke atas menuju absorber. Di dalam absorber akan terjadi penyerapan sisa R22 yang masih tersisa dalam campuran hidrogen-R22 oleh *weak solution* yang turun menuju tangki *reservoir* sehingga yang tersisa hanya hidrogen saja. Siklus ini akan terus berulang selama *generator* masih diberikan energi termal.

Keterangan :

1. Kondensator
2. *Pressure gauge*
3. *Rectifier*
4. *Outlet thermal oil*
5. *Generator*
6. Absorber
7. *Inlet thermal oil*
8. Tangki *reservoir*
9. *Fan Kondensator*
10. Kabin
11. *Evaporator*
12. Voltmeter
13. Saklar
14. Amperemeter
15. *Thermocontrol*
16. *Heater* elektrik
17. Tangki *thermal oil*

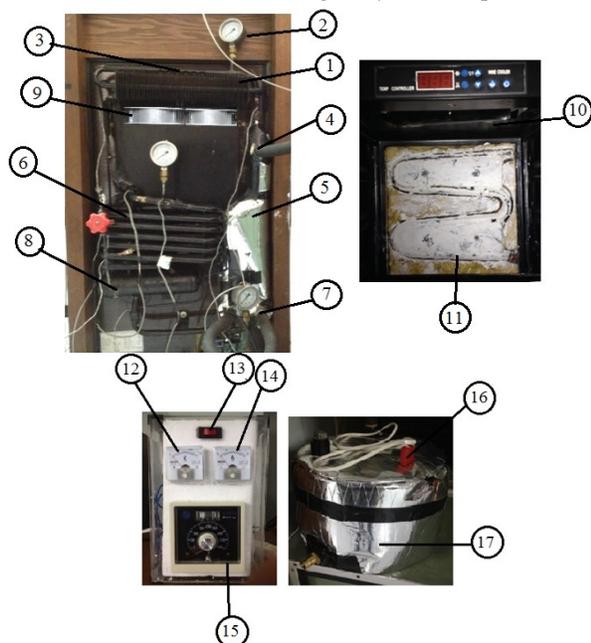
B. Titik-Titik Pengukuran Pada Sistem



Gambar 3. Titik-titik pengukuran pada sistem [3]

III. METODOLOGI

A. Skema Sistem Mesin Pendingin Difusi Absorpsi



Gambar 2. Skema mesin difusi absorpsi

C. Perhitungan Sistem Refrijerasi Difusi Absorpsi

- a. *Fraksi massa*

$$X = \frac{m_{R22}}{m_{R22} + m_{DMF}} \dots \dots \dots (1)$$
- b. *Laju alir massa refrijeran*

$$\dot{m}_{re} = \frac{\rho_{udara} \cdot V \cdot A \cdot C_p \cdot (T_{uo} - T_{ui})}{(h_3 - h_5)} \dots \dots \dots (2)$$
- c. *Laju alir massa weak solution*

$$\dot{m}_{ws} = \dot{m}_{re} \frac{(X_{ref} - X_{ss})}{(X_{ss} - X_{ws})} \dots \dots \dots (3)$$

Konsentrasi *weak solution* diperoleh dari plot data temperatur dan tekanan pada P-T-X diagram [4].
- d. *Laju alir massa strong solution*

$$\dot{m}_{ss} = \dot{m}_{ws} + \dot{m}_{re} \dots \dots \dots (4)$$
- e. *Kapasitas pendinginan*

$$\dot{Q}_{eva} = \dot{m}_{re} (h_7 - h_6) \dots \dots \dots (5)$$

f. Kalor yang diserap generator

$$\dot{Q}_{gen} = \dot{Q}_{oil} \dots (6)$$

$$\dot{Q}_{gen} = \dot{m}_{re} h_3 + \dot{m}_{ws} h_4 - \dot{m}_{s} h_2 \dots (7)$$

$$\dot{Q}_{oil} = \dot{m}_{oil} C_p (\Delta T_{oil}) \dots (8)$$

g. Efisiensi generator

$$\eta_{gen} = \frac{\dot{Q}_{gen}}{\dot{Q}_{heater}} \dots (9)$$

h. Coefficient of Performance (COP)

$$COP = \frac{\dot{Q}_{evap}}{\dot{Q}_{oil}} \dots (10)$$

i. Analisa generator dengan metode NTU (number of transfer unit)

$$\epsilon = f(NTU, \frac{C_{min}}{C_{maks}}) \dots (11)$$

$$NTU = \frac{UA}{C_{min}} \dots (12)$$

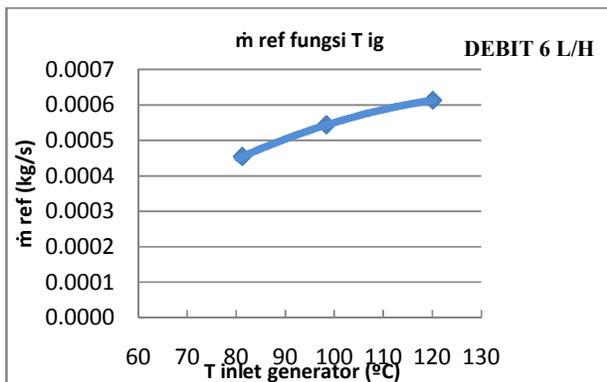
Pengujian sistem diawali dengan tahap tes kebocoran sistem. Setelah dipastikan tidak terdapat kebocoran pada sistem maka dilakukan pengisian sistem dengan refrigeran R22 dan absorben berupa DMF (*dimethylformamide*) serta hidrogen sebagai gas *inert*. Komposisi massa campuran refrigeran-absorben sebesar 60%-40% dan tekanan sistem pada 10 bar.

Langkah selanjutnya adalah proses *running* sistem dengan cara mensirkulasikan fluida *thermal oil* yang dipanaskan dengan *electric heater*. Atur debit *thermal oil* sebesar 6 liter/jam dengan temperatur *thermal oil* sebesar 90°C kemudian menunggu sampai sistem ada pada kondisi *steady*.

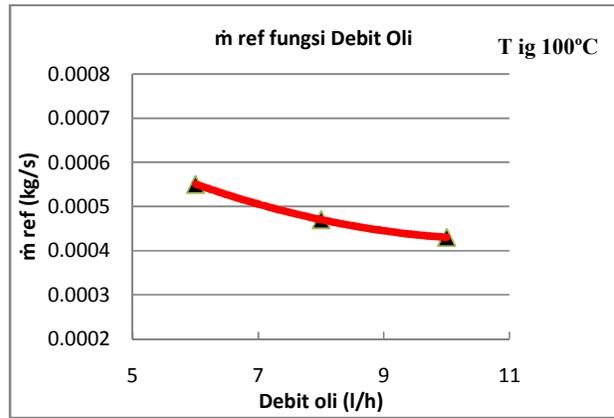
Setelah sistem ada pada kondisi *steady* ditandai dengan dengan temperatur kabin yang sudah stabil, lakukan pengambilan data temperatur dan tekanan sistem serta kecepatan dan temperatur udara masuk dan keluar pada kondensor. Setelah didapatkan data pertama, lakukan variasi selanjutnya pada temperatur *thermal oil* 110°C dan 130°C. Apabila data dari semua variasi temperatur telah diperoleh, lakukan juga variasi dengan menggunakan debit 8 liter/jam serta 10 liter/jam.

IV. ANALISA DATA

Setelah dilakukan pengolahan data dari hasil eksperimen sistem pendingin difusi absorpsi menggunakan variasi debit dan temperatur *thermal oil*, diperoleh beberapa grafik untuk analisa performa sistem. Pada gambar 3 dan gambar 4 dibahas pengaruh temperatur dan debit *thermal oil* terhadap laju alir massa refrigeran.



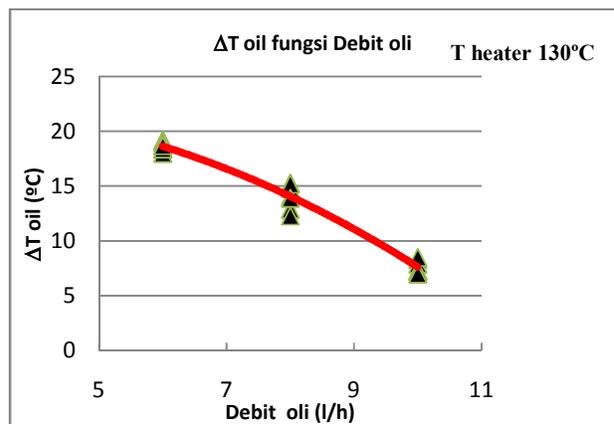
Gambar 4. Grafik laju alir massa refrigeran fungsi t inlet generator



Gambar 5. Grafik laju alir massa refrigeran fungsi debit thermal oil

Pada gambar 4 terlihat grafik cenderung naik. Semakin besar temperatur maka semakin tinggi laju alir massa refrigeran. Fenomena ini terjadi karena semakin besar panas yang diberikan pada generator maka akan semakin banyak refrigeran yang menguap dimana semakin banyak refrigeran yang menguap maka laju alir massa refrigeran akan semakin naik. Hal ini yang mengakibatkan dengan naiknya temperatur inlet generator maka laju aliran massa refrigeran akan semakin naik.

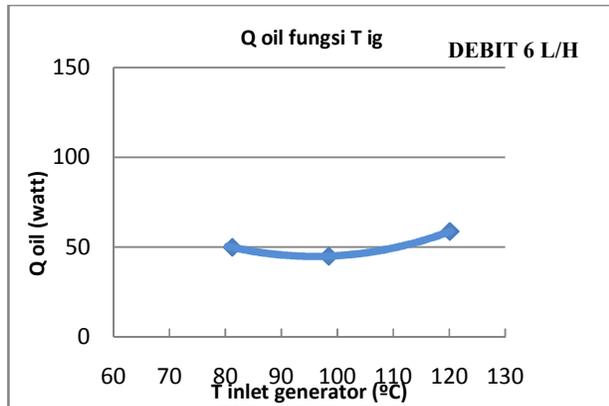
Selanjutnya pada gambar 5 terlihat grafik cenderung turun. Semakin besar debit oli maka laju alir massa refrigeran cenderung turun. Hal ini berhubungan dengan persamaan $\dot{Q}_{oil} = \dot{m}_{oil} \cdot C_{p_{oil}} \cdot \Delta T_{oil}$. Berdasarkan rumus tersebut, pada \dot{m}_{oil} yang semakin tinggi maka ΔT_{oil} akan semakin turun. Jumlah penurunan ΔT_{oil} yang lebih besar dari jumlah kenaikan \dot{m}_{oil} akan mengakibatkan turunnya laju perpindahan panas dari oli ke generator sehingga laju alir refrigeran akan semakin turun. Fenomena ini terjadi karena semakin besar debit thermal oil maka panas yang diberikan pada generator akan semakin kecil dikarenakan nilai *effectiveness* pada generator yang semakin mengecil sehingga semakin sedikit juga refrigeran yang menguap. Dengan semakin sedikitnya refrigeran yang menguap maka laju alir massa refrigeran akan semakin turun.



Gambar 6. Grafik ΔT oli fungsi debit thermal oil

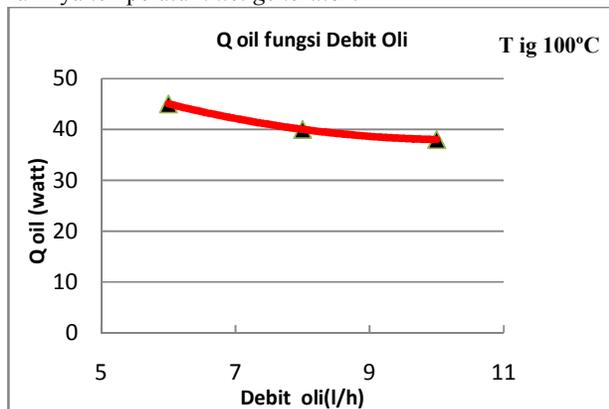
Dari gambar 6 diatas dapat dilihat bahwa semakin tinggi debit thermal oil maka ΔT oli cenderung semakin kecil. Fenomena ini terjadi akibat nilai *effectiveness* dari generator yang semakin kecil pada saat debit semakin tinggi

sehingga penyerapan panas pada *generator* cenderung mengecil.



Gambar 7. Grafik laju perpindahan panas oli fungsi temperatur inlet generator

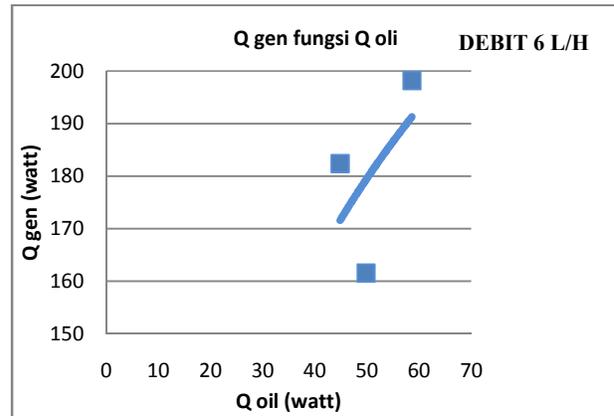
Dari gambar 7 terlihat grafik hubungan laju perpindahan panas oli fungsi temperatur inlet generator. Fenomena tersebut terjadi karena semakin tingginya panas inlet generator maka panas yang diterima generator juga tentu akan semakin tinggi. Hal ini berkaitan dengan *effectiveness* pada generator yang akan semakin tinggi seiring dengan naiknya temperatur inlet generator.



Gambar 8. Grafik laju perpindahan panas oli fungsi debit thermal oil

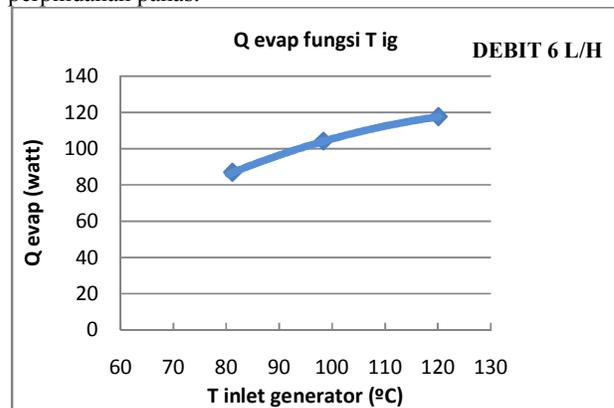
Dari gambar 8 diatas terlihat laju perpindahan panas oli akan semakin kecil seiring dengan naiknya debit thermal oil. Fenomena ini terjadi karena semakin tinggi debit thermal oil akan mengakibatkan laju perpindahan panas oli ke generator akan semakin kecil seperti diperlihatkan pada persamaan berikut ini $\dot{Q}_{oil} = \dot{m}_{oil} \cdot C_{p_{oil}} \cdot \Delta T_{oil}$

Berdasarkan rumus tersebut, dengan naiknya debit maka akan membuat \dot{m}_{oil} semakin tinggi sehingga ΔT_{oil} akan semakin turun karena hubungannya berbanding terbalik. Jumlah penurunan ΔT_{oil} yang lebih besar dari jumlah kenaikan \dot{m}_{oil} akan mengakibatkan turunnya laju perpindahan panas dari oli ke generator. Fenomena ini dipengaruhi oleh nilai *effectiveness* generator yang akan semakin kecil seiring dengan naiknya debit oli. Hal ini yang menyebabkan laju perpindahan panas oil pada generator cenderung makin kecil.



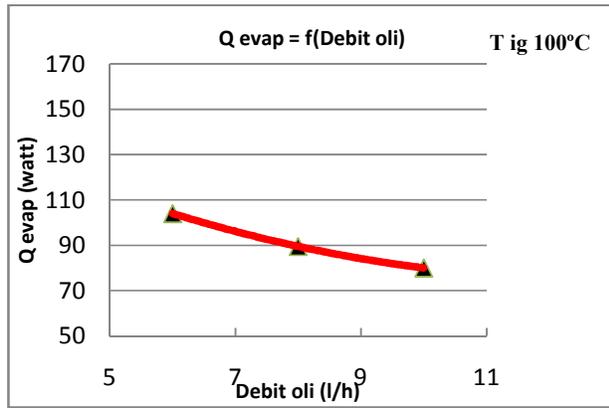
Gambar 9. Grafik laju perpindahan panas oli fungsi laju perpindahan panas generator

Gambar 9 diatas adalah grafik hubungan antara laju perpindahan panas oli terhadap laju perpindahan panas pada generator. Grafik cenderung memperlihatkan kenaikan laju perpindahan panas pada generator yang lebih besar dibandingkan dengan kenaikan laju perpindahan panas oli. Perhitungan laju perpindahan oli dihitung berdasarkan perumusan $\dot{Q}_{oil} = \dot{m}_{oil} \cdot C_{p_{oil}} \cdot \Delta T_{oil}$. Berbeda dengan laju perpindahan pada generator yang dilakukan dengan perumusan $\dot{Q}_{gen} = \dot{m}_r \cdot e \cdot h_3 + \dot{m}_w \cdot s \cdot h_4 - \dot{m}_s \cdot s \cdot h_2$. Dimana pada perhitungan tersebut dipengaruhi oleh laju alir massa refrijeran. Perbedaan nilai laju perpindahan panas kemungkinan dikarenakan adanya losses pada generator dimana tidak semua panas yang diberikan thermal oil masuk ke generator sehingga terjadi perbedaan nilai laju perpindahan panas.



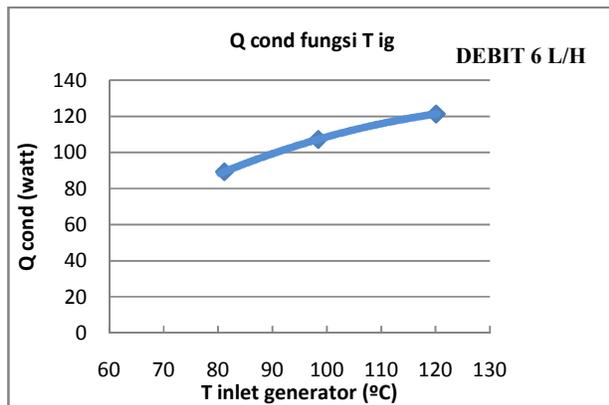
Gambar 10. Grafik laju perpindahan panas evaporator fungsi temperatur inlet generator

Dari gambar 10 terlihat grafik cenderung naik. Laju perpindahan panas pada evaporator akan naik seiring dengan naiknya temperatur thermal oil. Fenomena ini terjadi karena semakin tinggi temperatur inlet generator maka mengakibatkan semakin banyak refrijeran yang bisa menguap dari generator sehingga laju alir massa refrijeran akan semakin naik. Semakin banyak jumlah refrijeran yang masuk kedalam evaporator maka semakin banyak juga kalor yang bisa diserap dari lingkungan sehingga nilai laju perpindahan panas evaporator akan semakin naik. Hal ini sesuai dengan persamaan $\dot{Q}_{eva} = \dot{m}_r \cdot e \cdot (h_7 - h_6)$



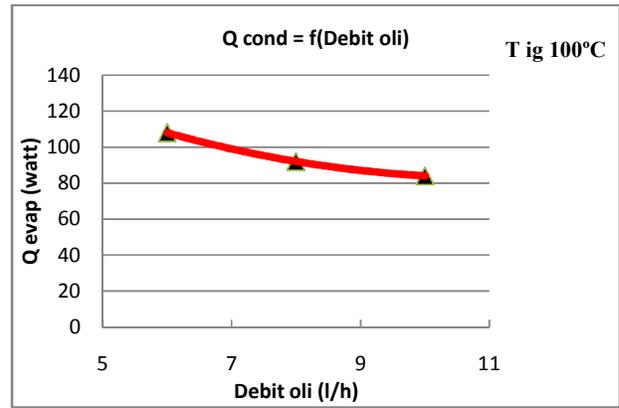
Gambar 11. Grafik laju perpindahan panas evaporator fungsi debit thermal oil

Pada gambar 11 bisa dilihat bahwa laju perpindahan panas pada evaporator cenderung turun seiring dengan naiknya debit thermal oil. Fenomena ini terjadi karena semakin tinggi debit thermal oil akan mengakibatkan laju alir massa refrigeran akan semakin turun seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Sehingga dapat disimpulkan bahwa laju perpindahan panas pada evaporator sangat dipengaruhi oleh laju alir massa refrigeran. Semakin besar debit thermal oil maka mengakibatkan semakin sedikit refrigeran yang bisa menguap dari generator dikarenakan effectiveness pada generator yang cenderung turun seiring dengan naiknya debit thermal oil. Hal ini mengakibatkan laju alir massa refrigeran akan semakin turun sehingga semakin sedikit jumlah refrigeran yang masuk kedalam evaporator yang mengakibatkan semakin sedikit juga kalor yang bisa diserap dari lingkungan sehingga nilai laju perpindahan panas evaporator akan semakin turun.



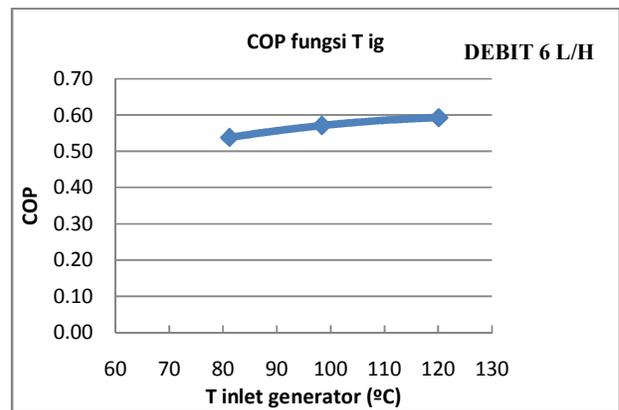
Gambar 12. Grafik laju perpindahan panas kondensorr fungsi temperatur inlet generator

Dari gambar 12 bisa dilihat bahwa laju perpindahan panas pada kondensorr cenderung naik seiring naiknya temperatur inlet generator. Sama seperti pada evaporator, fenomena ini dipengaruhi oleh naiknya laju alir massa refrigeran yang diakibatkan oleh panas yang diserap generator yang semakin besar sehingga mengakibatkan semakin banyak uap refrigeran yang bisa dikondensasi pada kondensorr. Hal ini sesuai dengan persamaan $\dot{Q}_{cond} = \dot{m}_r e (h_3 - h_5)$ dimana semakin tinggi laju alir massa refrigeran, maka laju perpindahan panas pada kondensorr akan semakin besar.



Gambar 13. Grafik laju perpindahan panas kondensorr fungsi debit thermal oil

Pada gambar 13 dapat terlihat laju perpindahan panas kondensorr akan semakin kecil seiring dengan naiknya debit thermal oil. Fenomena ini terjadi karena semakin tinggi debit thermal oil akan mengakibatkan laju alir massa refrigeran akan semakin turun. Sehingga dapat disimpulkan bahwa laju perpindahan panas pada kondensorr sangat dipengaruhi oleh laju alir massa refrigeran. Semakin besar debit thermal oil maka mengakibatkan semakin sedikit refrigeran yang bisa menguap dari generator dikarenakan effectiveness pada generator yang cenderung turun seiring dengan naiknya debit thermal oil. Hal ini mengakibatkan laju alir massa refrigeran akan semakin turun sehingga semakin sedikit jumlah refrigeran yang masuk kedalam kondensorr yang mengakibatkan semakin sedikit juga kalor yang bisa dilepaskan ke lingkungan sehingga nilai laju perpindahan panas kondensorr akan semakin turun.



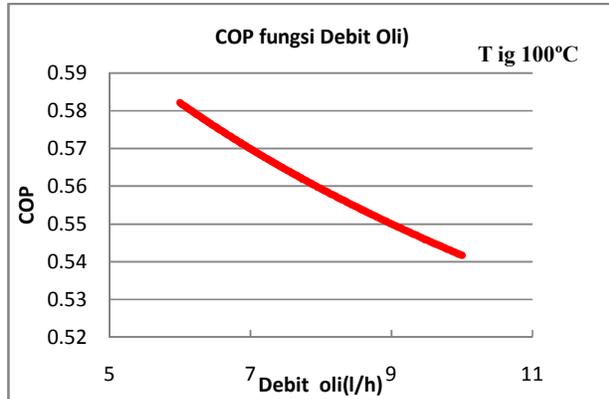
Gambar 14. Grafik COP fungsi temperatur inlet generator

Dari gambar 14 terlihat bahwa COP akan semakin naik seiring dengan naiknya temperatur inlet generator. Setelah dilakukan perhitungan pada semua data yang didapatkan dari eksperimen didapatkan grafik seperti pada gambar 14 diatas. Berikut ini rumus COP:

$$COP = \frac{\dot{Q}_{evap}}{\dot{Q}_{gen}}$$

Berdasarkan rumus diatas ada dua faktor yang mempengaruhi besarnya COP yaitu laju perpindahan panas pada evaporator (\dot{Q}_{evap}) dan pada generator (\dot{Q}_{gen}). Nilai COP akan naik seiring dengan naiknya \dot{Q}_{evap} dan akan turun seiring dengan kenaikan \dot{Q}_{gen} . Berdasarkan pembahasan

sebelumnya, naiknya temperatur *inlet generator* akan membuat nilai laju alir massa refrijeran semakin naik karena semakin banyak uap R22 yang dapat menguap dari *generator* yang mengakibatkan semakin banyak kalor yang bisa diserap dari lingkungan pada *evaporator* karena jumlah R22 yang lebih banyak. Hal inilah yang menyebabkan nilai COP semakin naik seiring dengan bertambahnya temperatur pada *inlet generator*.



Gambar 15. Grafik COP fungsi temperatur *inlet generator*

Dapat dilihat pada gambar 15 bahwa COP cenderung turun seiring dengan naiknya debit *thermal oil*. Berdasarkan pembahasan sebelumnya, naiknya debit *thermal oil* akan membuat nilai laju alir massa refrijeran semakin turun karena semakin sedikit uap R22 yang dapat menguap dari *generator* yang mengakibatkan semakin sedikit kalor yang bisa diserap dari lingkungan pada *evaporator* karena jumlah R22 yang lebih sedikit. Hal ini dipengaruhi oleh nilai *effectiveness* pada *generator* yang cenderung turun seiring dengan naiknya debit *thermal oil*. Sehingga inilah yang menyebabkan nilai COP cenderung turun seiring dengan naiknya debit *thermal oil*.

V. KESIMPULAN/RINGKASAN

Setelah dilakukan eksperimen terhadap mesin pendingin difusi absorpsi dengan pasangan refrijeran-absorben R22-DMF menggunakan fluida *thermal oil* sebagai *heat generator* dengan tiga variasi debit dan tiga variasi temperatur *thermal oil*, maka dapat di ambil beberapa kesimpulan diantaranya adalah :

- A. Semakin tinggi temperatur *thermal oil*, maka :
 - Performa sistem difusi absorpsi semakin baik.
 - Laju aliran massa refrijeran, *weak solution* dan *strong solution* semakin tinggi.
 - Nilai laju perpindahan panas pada *generator*, kondensor dan *evaporator* semakin tinggi.
 - Nilai efisiensi *generator* dan COP semakin meningkat.
- B. Semakin kecil debit fluida *thermal oil*, maka :
 - Performa sistem difusi absorpsi semakin baik.
 - Laju aliran massa refrijeran, *weak solution* dan *strong solution* semakin tinggi.
 - Nilai laju perpindahan panas pada *generator*, kondensor dan *evaporator* semakin tinggi.
 - Nilai efisiensi *generator* dan COP semakin meningkat.
- C. Hasil unjuk kerja terbaik dari sistem difusi absorpsi ini yaitu nilai COP terbesar 0.612 didapatkan pada

temperatur *thermal oil* sebesar 130°C dengan debit *thermal oil* sebesar 8 liter/jam. Untuk nilai kapasitas pendinginan (\dot{Q}_{eva}) terbesar diperoleh sebesar 139,1 watt, laju perpindahan panas pada *generator* (\dot{Q}_{ge}) 233 watt, laju perpindahan panas pada kondensor 143 watt, laju alir massa refrijeran 0.000721 kg/s serta efisiensi *generator* 0,233 yang didapatkan pada temperatur *thermal oil* sebesar 130°C dan debit 6 liter/jam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih sebanyak-banyaknya kepada berbagai pihak yang sangat membantu dalam proses pembuatan tugas akhir ini. Dengan banyaknya bantuan, dukungan, saran serta motivasi yang membuat penulis bisa terus menyelesaikan tugas akhir ini tepat pada waktunya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Riva'I, Mohamad. 2013. "Studi Eksperimen Mesin Pendingin Difusi Absorpsi R-22-DMF Dengan Variasi *Heater Generator*". Surabaya : Tugas Akhir Teknik Mesin FTI-ITS.
- [2] Adianto, Angga Panca. 2013. "Studi Eksperimental Pengaruh Variasi Debit Fluida *Engine Oil* Sebagai *Heater Generator* Terhadap Performansi Mesin Pendingin Difusi Absorpsi Musicool22-DMF". Surabaya : Tugas Akhir Teknik Mesin FTI-ITS.
- [3] Himawan, Boby. 2013. "Studi Eksperimen Variasi Laju Pendinginan Kondensor pada Mesin Pendingin Difusi Absorpsi R22-DMF". Surabaya : Tugas Akhir Teknik Mesin FTI-ITS.
- [4] Agarwal, R.S & Bapat S.L. 1982. " *Solubility Characteristic of R22-DMF Refrigerant-Absorbent Combination*".