

## ANALISIS TEORITIS PENGARUH *SUCTION GAS HEAT EXCHANGER* DAN TEMPERATUR *SUPERHEATING* TERHADAP KINERJA REFRIGERATOR

Yanres S. Musus<sup>1</sup>, Matheus M. Dwinanto<sup>2</sup> dan Verdy A. Koehuan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin, FST, Universitas Nusa Cendana, Kupang  
Email: yanresmusus19@gmail.com

<sup>2</sup>Dosen program studi Teknik Mesin, FST, Universitas Nusa Cendana, Kupang  
Email: matheus.dwinanto@staf.undana.ac.id

### ABSTRAK

Makalah ini membahas studi teoritis tentang pengaruh *suction gas heat exchanger* (SGHX) dan temperatur *superheating* terhadap kinerja refrigerator yang beroperasi berdasarkan siklus refrigerasi kompresi uap. Analisis pengaruh SGHX dan temperatur *superheating* dilakukan menggunakan *software CoolPack* versi 1.50. Temperatur *superheating* yang divariasikan adalah 0 – 5 Kelvin, dan parameter kinerja sistem yang dianalisis adalah laju aliran massa refrigeran, pelepasan kalor di kondensor, daya kompresor, dan koefisien kinerja sistem. Hasil analisis untuk penyerapan kalor di evaporator dipertahankan konstan menunjukkan bahwa dengan meningkatnya temperatur *superheating* evaporator maka laju aliran massa refrigeran akan semakin menurun sehingga berdampak langsung pada berkurangnya daya kompresor dan pelepasan kalor di kondensor, sehingga akan meningkatkan kinerja sistem.

Kata kunci : *suction gas heat exchanger*, *superheating*, kinerja refrigerator  
Author : Yanres S. Musus, Matheus M. Dwinanto dan Verdy A. Koehuan

### 1. PENDAHULUAN

Kinerja sebuah refrigerator dan pengkondisian udara (*air conditioning*) yang menggunakan siklus kompresi uap bergantung pada beberapa faktor, diantaranya temperatur dan kelembaban lingkungan, beban kalor pendinginan, perpindahan kalor di kondenser dan evaporator, serta temperatur *subcooling* dan *superheating*. Salah satu cara yang dipercaya dapat meningkatkan kinerja refrigerator adalah dengan menambahkan *suction gas heat exchanger* atau *internal heat exchanger* (atau *liquid-to-suction heat exchanger*). Untuk itu berbagai upaya telah dilakukan oleh beberapa peneliti, seperti yang dilakukan oleh Mota-Babiloni, dkk. (2015) yang melakukan analisis *drop-in* pengaruh *internal heat exchanger* (IHX) terhadap kinerja sistem refrigerasi kompresi uap dengan menggunakan refrigeran ramah lingkungan R1234ze(E) dan R450A sebagai refrigeran alternatif pengganti R134a. Pengujian dilakukan dengan memvariasikan temperatur kondensasi dan evaporasi dan hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa IHX memiliki pengaruh positif pada efisiensi energi untuk semua refrigeran yang diuji. Koefisien kinerja menggunakan R1234ze(E) adalah yang tertinggi dan peningkatan temperatur keluaran R1234ze(E) dan R450A lebih rendah daripada R134a sehingga tidak mencapai nilai berbahaya dan penurunan tekanan IHX juga di bawah daripada R134a.

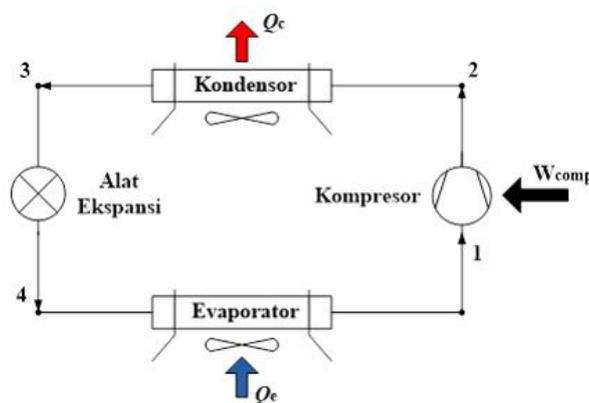
Setyawan dan Prasetyo (2016) yang melakukan penelitian tentang pengaruh penggunaan *liquid-to-suction heat exchanger* terhadap kinerja mesin refrigerasi pada berbagai temperatur evaporasi. Mereka melaporkan bahwa secara umum LSHX bekerja lebih efektif pada tekanan dan temperatur evaporasi yang rendah. Dengan LSHX, temperatur refrigeran cair dapat diturunkan dari 4°C menjadi 8°C. Pengurangan temperatur meningkatkan kapasitas dan koefisien kinerja hingga 16% dan hasil eksperimen menunjukkan efektivitas LSHX berkisar dari 0,18 hingga 0,25. Semakin rendah temperatur evaporasi, semakin tinggi efektivitas LSHX. Namun, temperatur *subcooling* dan *superheating* harus dibatasi pada nilai tertentu untuk mengontrol kompresor dalam kondisi operasi yang aman. Pada tahun 2018 Setyawan melakukan studi eksperimental tentang pengaruh LSHX terhadap kinerja AC split menggunakan R22 dengan variasi temperatur evaporasi dari -5°C hingga 4°C. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan LSHX meningkatkan temperatur *superheat*, temperatur buang, dan tekanan buang. Juga ditunjukkan bahwa LSHX tidak memiliki efek signifikan terhadap kapasitas pendinginan dan meningkatkan kerja kompresi, menghasilkan COP dan EER yang lebih rendah. Ini menandakan bahwa LSHX hanya berguna untuk operasi kompresor yang aman daripada untuk meningkatkan kinerja pendinginan.

*Superheating* (mengacu pada pemanasan lanjut uap refrigeran yang meninggalkan evaporator) merupakan salah satu cara untuk memberikan kinerja (COP) sistem refrigerasi kompresi uap lebih baik. Selama proses evaporasi, refrigeran seutuhnya diuapkan melalui evaporator. Lalu, uap refrigeran dingin selanjutnya keluar dari evaporator. Tambahan kalor diserap oleh refrigeran dan menjadi uap *superheat*. Dalam beberapa kondisi seperti kekurangan tekanan yang disebabkan oleh gesekan, akan menaikkan jumlah *superheat*. Jika *superheating* terjadi dalam

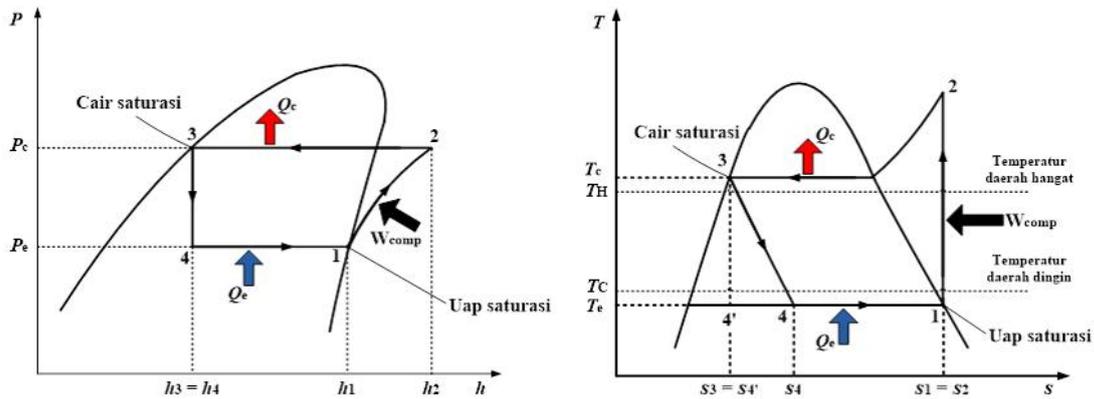
evaporator, entalpi refrigeran meningkat, menyerap tambahan kalor dan meningkatkan efek refrigerasi di evaporator. Jika itu diberikan di pipa masuk kompresor, tidak berguna untuk terjadinya pendinginan. Dalam beberapa sistem refrigerasi, penukar kalor cairan-uap dapat digunakan untuk memanaskan lebih lanjut uap refrigeran jenuh dari evaporator dengan cairan refrigeran yang datang dari kondensor. Dengan adanya penukar kalor tersebut dapat memberikan COP sistem lebih tinggi. Pemanasan lanjut refrigeran juga diperoleh dari kompresor. Dalam kasus ini, uap refrigeran jenuh masuk kompresor dan dipanaskan lebih lanjut dengan meningkatkan tekanan dan temperatur. *Superheating* yang diperoleh dengan melakukan proses kompresi tidak memperbaiki efisiensi siklus tetapi menghasilkan perlengkapan kondensasi dan pipa keluar kompresor lebih besar. Peningkatan efek refrigerasi diperoleh dengan pemanasan lanjut dalam evaporator dan biasanya menutup kerugian dengan menurunkan efek refrigerasi di kompresor. Karena laju aliran volumetrik konstan, maka laju aliran massa dan efek refrigerasi dikurangi dengan menurunnya densitas refrigeran akibat *superheating*. Dalam prakteknya, kekurangan kapasitas pendinginan 1% tiap  $2.5^{\circ}\text{C}$  mengakibatkan pemanasan lanjut dalam pipa masuk. Isolasi di pipa masuk menjadi solusi untuk mengurangi tambahan kalor yang tidak diinginkan. *Desuperheating* merupakan suatu proses untuk melepaskan jumlah kalor yang berlebihan dari uap refrigeran *superheated*, dan jika berhasil dicapai dengan menggunakan pengaruh eksternal itu akan lebih berguna untuk COP. *Desuperheating* sering dipertimbangkan tidak praktis, disebabkan karena temperatur rendah (kurang dari  $10^{\circ}\text{C}$ ) dan jumlah energi yang tersedia kecil (Dincer, 2003).

Siklus refrigerasi kompresi uap merupakan siklus yang paling banyak digunakan oleh sistem refrigerasi dan pengkondisian udara. Pada siklus ini uap refrigeran (freon) dikompresi di dalam kompresor, dan kemudian diembunkan menjadi cairan di dalam kondensor, lalu tekanan cairan refrigeran diturunkan di dalam alat ekspansi (pipa kapiler atau katup ekspansi) agar refrigeran dalam bentuk cair tersebut selanjutnya dapat menguap di dalam evaporator. Komponen-komponen utama sistem refrigerasi yang menggunakan siklus kompresi uap dapat dilihat pada Gambar 1, sedangkan proses-proses yang membentuk siklus kompresi uap standar dapat dilihat pada diagram tekanan-entalpi ( $P-h$ ) dan temperatur-entropi ( $T-s$ ) dalam Gambar 2. Proses-proses yang membentuk siklus kompresi uap standar yaitu (a) Proses 1-2: kompresi isentropik refrigeran dari kondisi 1 hingga mencapai tekanan kondensor pada kondisi 2; (b) Proses 2-3: perpindahan kalor dari refrigeran ketika mengalir pada tekanan konstan melalui kondensor. Refrigeran keluar berupa cairan pada kondisi 3. (c) Proses 3-4: proses trotoel di alat ekspansi dari kondisi 3 ke campuran dua fase cair-uap pada kondisi 4. Proses ini terjadi pada entalpi konstan. (d) Proses 4-1: perpindahan kalor ke refrigeran ketika mengalir pada tekanan konstan melalui evaporator untuk menyelesaikan siklus tersebut.

Gambar 1. Komponen-komponen utama siklus refrigerasi kompresi uap



Gambar 2. Diagram  $P-h$  dan  $T-s$  siklus kompresi uap



## 2. METODE PENELITIAN

Analisis pengaruh *suction-gas heat exchanger* dan temperatur *superheating* dilakukan menggunakan *software CoolPack* versi 1.50. Refrigeran yang digunakan sistem refrigrasi adalah R600a. Beberapa parameter yang dianalisis dan asumsi yang digunakan disajikan dalam Tabel 1 dan temperatur *superheating* ( $T_{SH}$ ) yang divariasikan yaitu 0 – 5 Kelvin.

Tabel 1. Parameter analisis dan asumsi

Parameter	Nilai
Kapasitas refrigerasi, $Q_E$	0,2 kW
Temperatur evaporasi, $T_E$	-5°C
Temperatur kondensasi, $T_C$	40°C
Temperatur subcooling, $T_{SC}$	2 K
Efisiensi isentropik kompresor, $\eta_{IS}$	0,7 (atau 70%)

Parameter penting yang dianalisis adalah laju aliran massa refrigeran, pelepasan kalor di kondensor, daya kompresor, dan koefisien kinerja sistem. Pada saat refrigeran melewati evaporator, perpindahan kalor dari ruang yang didinginkan menghasilkan penguapan refrigeran, maka laju perpindahan kalor di evaporator adalah:

$$Q_E = \dot{m}(h_1 - h_4) \quad (1)$$

di mana  $\dot{m}$  adalah laju aliran massa refrigeran. Laju perpindahan kalor  $Q_L$  dapat disebut sebagai kapasitas refrigerasi. Refrigeran yang meninggalkan evaporator dikompresikan ke tekanan dan temperatur yang relatif tinggi oleh kompresor. Dengan asumsi tidak ada perpindahan kalor ke atau dari kompresor, maka daya kompresor adalah:

$$W_{CP} = \dot{m}(h_2 - h_1) \quad (2)$$

Selanjutnya, refrigeran melalui kondensor, di mana refrigeran terkondensasi dan terjadi perpindahan kalor dari refrigeran ke lingkungan sekitarnya yang lebih dingin. Laju perpindahan kalor dari refrigeran adalah:

$$Q_C = \dot{m}(h_2 - h_3) \quad (3)$$

Akhirnya, refrigeran pada kondisi 3 memasuki katup ekspansi dan berekspansi hingga mencapai tekanan evaporator. Proses ini biasanya dimodelkan sebagai proses trotel (pencekikan) dengan

$$h_4 = h_3 \quad (4)$$

Di dalam sistem kompresi uap, masukan daya netto (daya bersih) sebanding dengan daya kompresor, karena alat ekspansi tidak melibatkan masukan atau keluaran daya. Dengan menggunakan persamaan-persamaan yang diperkenalkan di atas, maka koefisien prestasi ( $COP$ ) untuk sistem refrigrasi kompresi uap dari Gambar 3.1 adalah:

$$COP = \frac{Q_E}{W_{CP}} \quad (5)$$

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan dengan menganalisis kinerja refrigerator dengan penambahan SGHX dan tanpa SGHX pada berbagai variasi temperatur *superheating* menggunakan perangkat lunak *CoolPack* 1.50. Parameter-parameter yang dibutuhkan dan contoh isian serta hasil perhitungan untuk spesifikasi siklus dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

Gambar 3 merupakan contoh isian dan hasil yang diperoleh untuk spesifikasi siklus dengan  $T_{SH} = 5$  K tanpa SGHX. Beberapa parameter tidak mengalami perubahan dan sesuai dengan format asli perangkat lunak seperti kerugian tekanan (*pressure losses*), kualitas uap keluar evaporator (*quality out of evaporator*), rugi kalor kompresor (*compressor heat loss*), dan sisi hisap (*suction line*). Sedangkan Gambar 4 merupakan contoh isian dan hasil yang diperoleh untuk spesifikasi siklus dengan  $T_{SH} = 5$  K menggunakan SGHX, dengan efisiensi termal SGHX 0,3 (30%).

CYCLE SPECIFICATION								
TEMPERATURE LEVELS		PRESSURE LOSSES		SUCTION GAS HEAT EXCHANGER		REFRIGERANT		
$T_E$ [°C]:	-5.0	$UT_{SH}$ [K]:	5	$U_{PSL}$ [K]:	0.5	No SGHX	0.30	R600a
$T_C$ [°C]:	40.0	$UT_{SC}$ [K]:	2	$U_{PDL}$ [K]:	0.5			
CYCLE CAPACITY								
Cooling capacity $\dot{Q}_E$ [kW]	0.2	$\dot{Q}_E$ : 0.2 [kW]	$\dot{Q}_C$ : 0.2562 [kW]	$\dot{m}$ : 0.0007781 [kg/s]	$\dot{V}_S$ : 0.81 [m <sup>3</sup> /h]			
COMPRESSOR PERFORMANCE								
Isentropic efficiency $\eta_{IS}$ [-]	0.7	$\gamma_{IS}$ : 0.700 [-]	$\dot{W}$ : 0.06073 [kW]					
COMPRESSOR HEAT LOSS								
Heat loss factor $f_Q$ [%]	10	$f_Q$ : 10.0 [%]	$T_2$ : 50.5 [°C]	$\dot{Q}_{LOSS}$ : 0.006073 [kW]				
SUCTION LINE								
Unuseful superheat $\Delta T_{SH,SL}$ [K]	1.0	$\dot{Q}_{SL}$ : 1 [W]	$T_8$ : 1.0 [°C]	$UT_{SH,SL}$ : 1.0 [K]				
						COP : 3.294	COP* : 3.316	

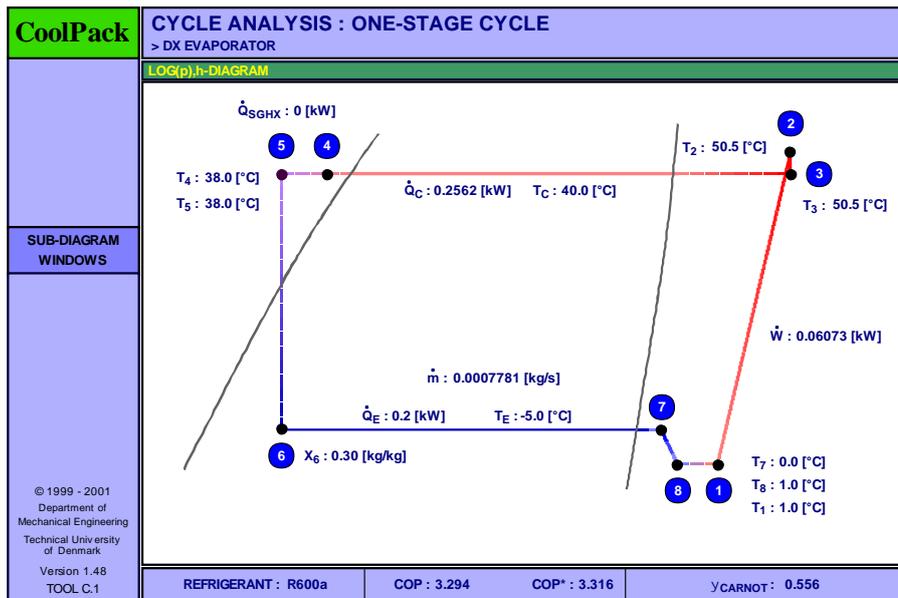
Gambar 3. Contoh isian dan hasil perhitungan untuk  $T_{SH} = 5$  K tanpa SGHX

CYCLE SPECIFICATION								
TEMPERATURE LEVELS		PRESSURE LOSSES		SUCTION GAS HEAT EXCHANGER		REFRIGERANT		
$T_E$ [°C]:	-5.0	$UT_{SH}$ [K]:	5	$U_{PSL}$ [K]:	0.5	Thermal efficiency $\eta_T$	0.30	R600a
$T_C$ [°C]:	40.0	$UT_{SC}$ [K]:	2	$U_{PDL}$ [K]:	0.5			
CYCLE CAPACITY								
Cooling capacity $\dot{Q}_E$ [kW]	0.2	$\dot{Q}_E$ : 0.2 [kW]	$\dot{Q}_C$ : 0.2552 [kW]	$\dot{m}$ : 0.000727 [kg/s]	$\dot{V}_S$ : 0.79 [m <sup>3</sup> /h]			
COMPRESSOR PERFORMANCE								
Isentropic efficiency $\eta_{IS}$ [-]	0.7	$\gamma_{IS}$ : 0.700 [-]	$\dot{W}$ : 0.05954 [kW]					
COMPRESSOR HEAT LOSS								
Heat loss factor $f_Q$ [%]	10	$f_Q$ : 10.0 [%]	$T_2$ : 61.5 [°C]	$\dot{Q}_{LOSS}$ : 0.005954 [kW]				
SUCTION LINE								
Unuseful superheat $\Delta T_{SH,SL}$ [K]	1.0	$\dot{Q}_{SL}$ : 1 [W]	$T_8$ : 1.0 [°C]	$UT_{SH,SL}$ : 1.0 [K]				
						COP : 3.359	COP* : 3.383	

Gambar 4. Contoh isian dan hasil perhitungan untuk  $T_{SH} = 5$  K dengan SGHX

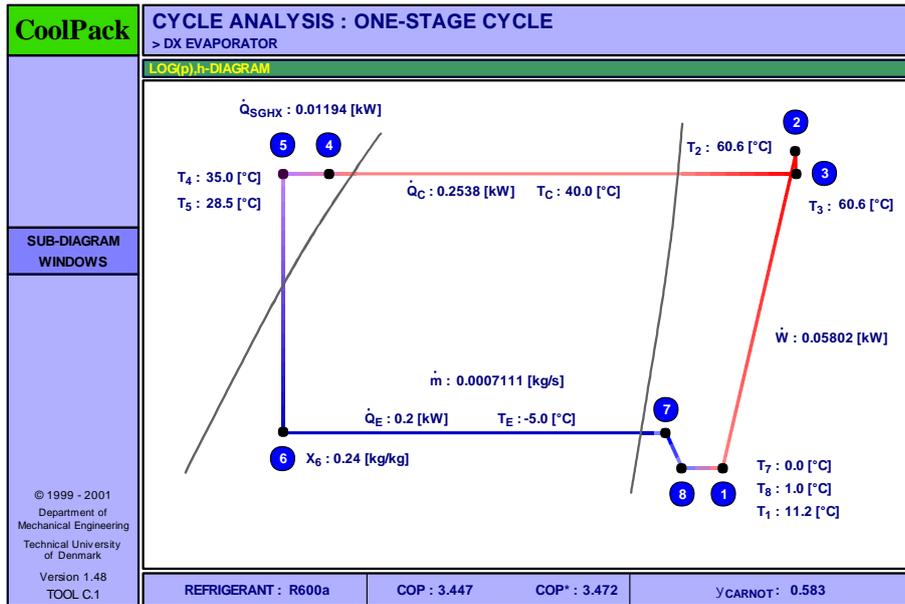
Gambar 5 merupakan hasil analisis siklus satu tingkat (*one-stage*) dengan evaporator yang digunakan adalah jenis dx evaporator dan tanpa SGHX. Gambar ini juga menunjukkan temperatur pada masing-masing tingkat keadaan, di

mana terlihat bahwa pada temperatur kondensasi  $T_C = 40,0^\circ\text{C}$  kalor yang dilepas ke udara sekitar adalah 0,2562 kW, dan temperatur refrigeran dalam keadaan *superheating* saat keluar evaporator adalah  $1^\circ\text{C}$  ( $T_8 = 1^\circ\text{C}$ ). Kualitas uap refrigeran setelah melewati alat ekspansi adalah 0,3 ( $x_6 = 0,3$ ) dan untuk temperatur evaporasi  $T_E = -5^\circ\text{C}$  dan temperatur *superheating*  $T_{SH} = 5 \text{ K}$ , laju aliran massa refrigeran dalam keadaan dua fase selama proses penyerapan kalor di evaporator adalah 0,0007781 kg/s ( $m_E = 0,0007781 \text{ kg/s}$ ) dan kalor yang dilepaskan selama proses ini berlangsung adalah 0,2562 kW ( $Q_C = 0,2562 \text{ kW}$ ). Temperatur refrigeran saat meninggalkan evaporator adalah  $1,0^\circ\text{C}$  ( $T_8 = 1,0^\circ\text{C}$ ) yang nilainya sama besar dengan temperatur refrigeran sebelum memasuki kompresor ( $T_1 = 1,0^\circ\text{C}$ ), dan selama proses kompresi besar daya yang dibutuhkan agar proses ini dapat berlangsung adalah 0,06073 kW ( $W_{CP} = 0,06073 \text{ kW}$ ) dan temperatur refrigeran saat meninggalkan kompresor adalah  $50,5^\circ\text{C}$  ( $T_3 = 50,5^\circ\text{C}$ ).



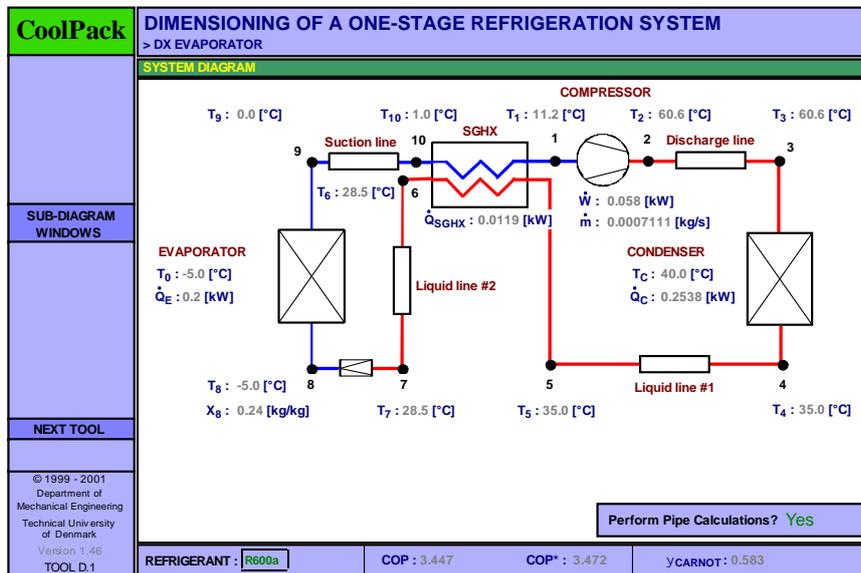
Gambar 5. Diagram tingkat keadaan siklus satu tingkat untuk  $T_{SH} = 5 \text{ K}$  tanpa SGHX

Gambar 6 merupakan hasil analisis siklus satu tingkat (*one-stage*) menggunakan SGHX dengan efisiensi termal 0,3 (30%) dan evaporator yang digunakan adalah jenis dx evaporator. Gambar ini juga menunjukkan temperatur pada masing-masing tingkat keadaan, di mana terlihat bahwa pada temperatur kondensasi  $T_C = 40^\circ\text{C}$  dan  $T_{SH} = 5 \text{ K}$  maka temperatur refrigeran dalam keadaan *superheating* saat keluar evaporator adalah  $1^\circ\text{C}$  ( $T_8 = 1^\circ\text{C}$ ). Kualitas uap refrigeran setelah melewati alat ekspansi adalah 0,24 ( $x_6 = 0,24$ ). Untuk temperatur evaporasi  $T_E = -5^\circ\text{C}$  laju aliran massa refrigeran dalam keadaan dua fase selama proses penyerapan kalor di evaporator adalah 0,0007111 kg/s ( $m_E = 0,0007111 \text{ kg/s}$ ) dengan kalor yang diserap selama proses ini berlangsung adalah 0,2 kW ( $Q_E = 0,2 \text{ kW}$ ). Temperatur refrigeran saat meninggalkan evaporator adalah  $1,0^\circ\text{C}$  ( $T_8 = 1,0^\circ\text{C}$ ) sedangkan temperatur refrigeran sebelum memasuki kompresor adalah  $11,2^\circ\text{C}$  ( $T_1 = 11,2^\circ\text{C}$ ), di mana terjadi kenaikan temperatur uap refrigeran sebesar  $10,2^\circ\text{C}$ . Selama proses kompresi, besar daya yang dibutuhkan agar proses ini dapat berlangsung adalah 0,05802 kW ( $W_{CP} = 0,05802 \text{ kW}$ ) dan temperatur refrigeran saat meninggalkan kompresor adalah  $60,5^\circ\text{C}$  ( $T_3 = 60,6^\circ\text{C}$ ). Untuk temperatur kondensasi  $T_C = 40,0^\circ\text{C}$  besar kalor yang dilepaskan selama proses ini berlangsung di kondensor adalah 0,2538 kW ( $Q_C = 0,2538 \text{ kW}$ ).

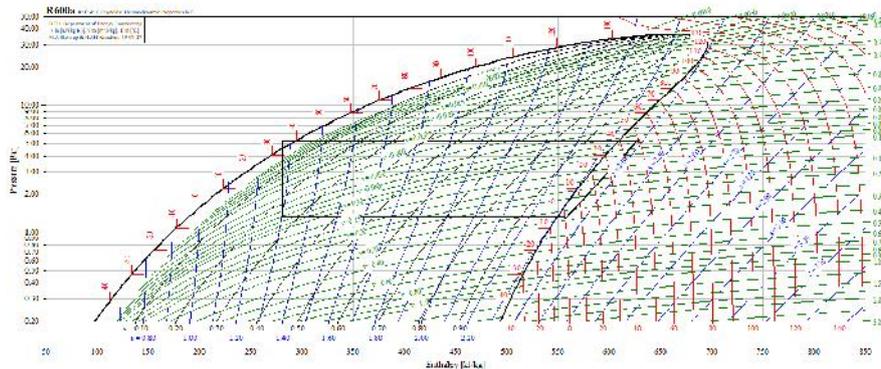


Gambar 6. Diagram tingkat keadaan siklus satu tingkat untuk  $T_{SH} = 5$  K dengan SGHX

Gambar 7 dan 8 menunjukkan diagram skematik refrigeratör yang menggunakan SGHX dan diagram tekanan-entalpi (P-h). Tabel 1 dan 2 merupakan hasil analisis kinerja refrigeratör yang tanpa SGHX dan dengan menggunakan SGHX dengan variasi temperatur *superheating* adalah 0 – 5 K. Hasil analisis teoritis ini menunjukkan bahwa dengan bertambahnya temperatur *superheating* maka laju aliran massa refrigeran akan berkurang selama proses berlangsung, dan untuk refrigeratör dengan menggunakan SGHX, laju aliran massa refrigerannya lebih rendah rata-rata 6,56% dibandingkan dengan tanpa menggunakan SGHX (Gambar 9).



Gambar 7. Diagram skematik siklus satu tingkat untuk  $T_{SH} = 5$  K dengan SGHX



Gambar 8. Diagram tekanan-entalpi refrigerator untuk  $T_{SH} = 5 \text{ K}$

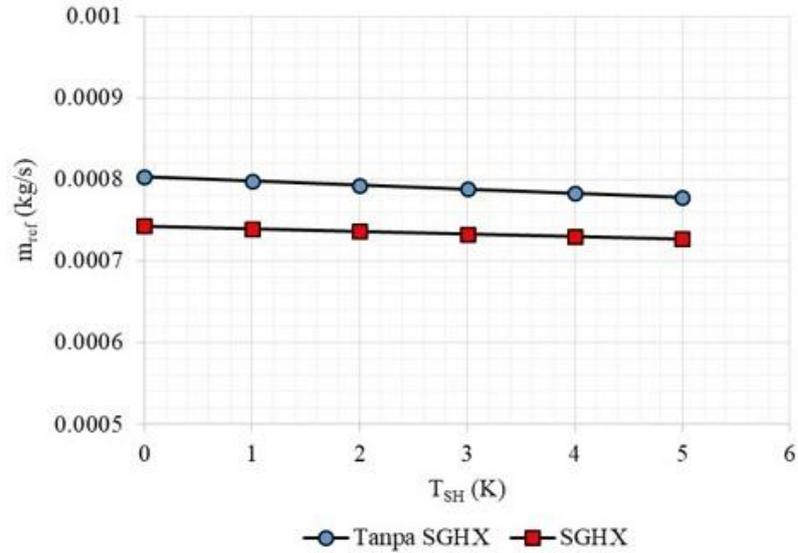
Tabel 1. Kinerja refrigerator tanpa SGHX

No	$T_{SH}$ (K)	$T_{SC}$ (K)	$Q_{Evap}$ (kW)	$Q_{Cond}$ (kW)	$W_{Comp}$ (kW)	$m_{ref}$ (kg/s)	COP
1	0	2	0,2	0,2568	0,06125	0,0008034	3,266
2	1	2	0,2	0,2567	0,06115	0,0007982	3,271
3	2	2	0,2	0,2566	0,06105	0,0007931	3,276
4	3	2	0,2	0,2565	0,06094	0,000788	3,282
5	4	2	0,2	0,2564	0,06083	0,000783	3,288
6	5	2	0,2	0,2562	0,06073	0,0007781	3,294

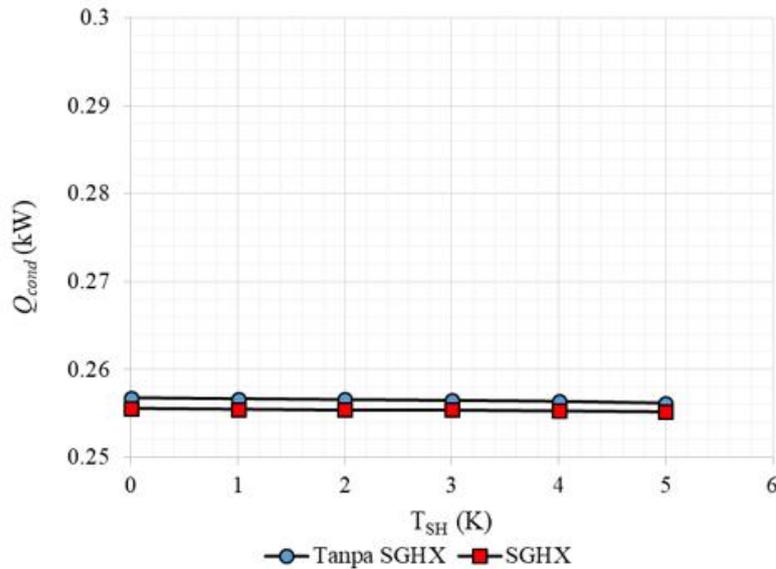
Gambar 10 menunjukkan dengan bertambahnya temperatur *superheating* maka laju pelepasan kalor di kondensor akan semakin berkurang. Hal ini terjadi pada refrigerator dengan menggunakan SGHX dan tanpa SGHX. Bila membandingkan kedua sistem ini terlihat bahwa laju pelepasan kalor di kondensor tanpa SGHX lebih tinggi 0,39% daripada refrigerator dengan SGHX. Perbedaan ini sangat kecil, maka dapat dikatakan bahwa laju pelepasan kalor di refrigerator yang menggunakan SGHX dan tanpa SGHX tidak memiliki perbedaan yang signifikan.

Tabel 2. Kinerja refrigerator menggunakan SGHX

No	$T_{SH}$ (K)	$T_{SC}$ (K)	$Q_{Evap}$ (kW)	$Q_{Cond}$ (kW)	$W_{Comp}$ (kW)	$m_{ref}$ (kg/s)	COP
1	0	2	0,2	0,2556	0,05993	0,0007427	3,337
2	1	2	0,2	0,2555	0,05986	0,0007395	3,341
3	2	2	0,2	0,2554	0,05978	0,0007363	3,346
4	3	2	0,2	0,2554	0,0597	0,0007332	3,350
5	4	2	0,2	0,2553	0,05962	0,0007301	3,355
6	5	2	0,2	0,2552	0,05954	0,000727	3,359

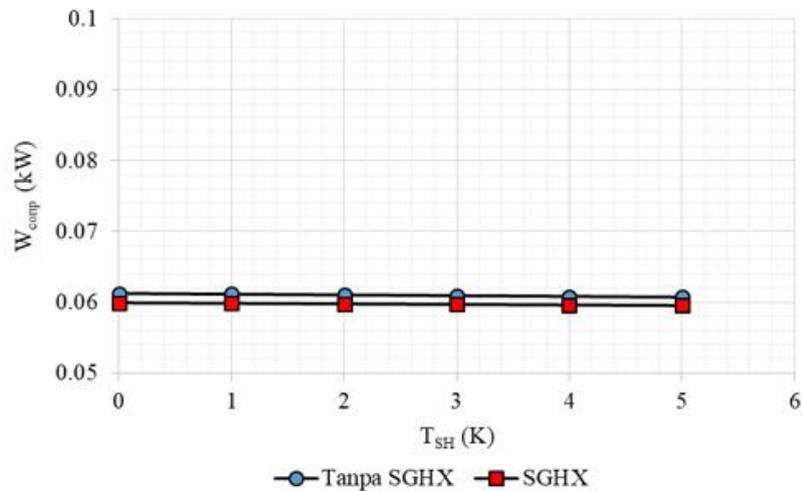


Gambar 9. Pengaruh temperatur *superheating* terhadap laju aliran massa refrigeran

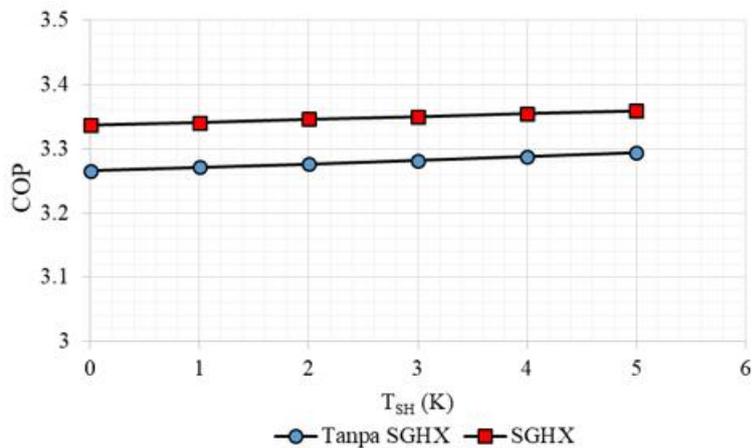


Gambar 10. Pengaruh temperatur *superheating* terhadap pelepasan kalor di kondensor

Begitu juga dengan daya kompresor yang ditunjukkan pada Gambar 11. Pada gambar ini menunjukkan bahwa dengan bertambahnya temperatur *superheating* maka daya kompresor yang dibutuhkan untuk mensirkulasikan refrigeran akan semakin berkurang. Bila membandingkan kebutuhan daya kompresor untuk sistem yang menggunakan SGHX dan tanpa SGHX terlihat bahwa refrigerator tanpa SGHX membutuhkan daya kompresor 1,96% lebih tinggi daripada refrigerator dengan SGHX. Perbedaan ini masih cukup kecil, maka dapat dikatakan bahwa kebutuhan daya kompresor untuk refrigerator yang menggunakan SGHX dan tanpa SGHX tidak memiliki perbedaan yang signifikan.



Gambar 11. Pengaruh temperatur *superheating* terhadap daya kompresor



Gambar 12. Pengaruh temperatur *superheating* terhadap koefisien kinerja refrigerator

Gambar 12 menunjukkan pengaruh temperatur *superheating* terhadap koefisien kinerja refrigerator, di mana terlihat bahwa dengan bertambahnya temperatur *superheating* sistem maka koefisien kinerja (COP) semakin meningkat. Bila membandingkan COP refrigerator tanpa SGHX dan dengan menggunakan SGHX maka terlihat bahwa COP refrigerator dengan SGHX lebih besar 1,93% daripada refrigerator tanpa SGHX. Perbedaan ini masih cukup kecil, maka dapat dikatakan bahwa kinerja refrigerator yang menggunakan SGHX dan tanpa SGHX tidak memiliki perbedaan yang signifikan.

#### 4. KESIMPULAN

Studi teoritis pengaruh SGHX dan temperatur *superheating* di evaporator sebuah refrigerator yang beroperasi berdasarkan siklus refrigerasi kompresi uap dengan refrigeran R600A telah dilakukan untuk memprediksi kinerja sistem. Hasil analisis teoritis untuk kasus di mana penyerapan kalor di evaporator dipertahankan konstan menunjukkan bahwa dengan meningkatnya temperatur *superheating* di evaporator maka laju aliran massa refrigeran akan semakin menurun sehingga berdampak langsung pada berkurangnya daya kompresor dan pelepasan kalor di kondensor, sehingga akan meningkatkan COP sistem. Bila membandingkan kinerja refrigerator tanpa SGHX dan yang menggunakan SGHX maka secara keseluruhan dapat dikatakan bahwa kinerja kedua refrigerator tidak memiliki perbedaan yang signifikan, dan penggunaan SGHX lebih bermanfaat untuk memperpanjang umur pakai kompresor.

## DAFTAR PUSTAKA

- Azzouzi, D., Kelkoui, M., and Amaryoucef, F. (2017), "Parametric study of the wire-on-tube condenser subcooling effect on the performance of vapor compression refrigeration system", *Applied Thermal Engineering*, Volume 122, pp. 528-534.
- del Valle, J. G., Sierra-Pallares, J., Vega, A. R., and Ruiz, F. C. (2019). "Influence of the degree of superheating on the performance of a R134a condenser by means of experimental and numerical studies", *International Journal of Refrigeration*, Volume 28, pp. 25-34.
- Hendri, Prayudi, dan Nurhasanah, R. (2014). "Studi eksperimental pengaruh temperatur evaporasi terhadap unjuk kerja mesin pendingin dengan refrigeran R134a dan MC134. *Proceeding SNTTM XIII* .
- Mota-Babiloni, A., Navarro-Esbrí, J., Barragan-Cervera, A., Francisco Moles and Peris, B. (2015),"Drop-in analysis of an internal heat exchanger in a vapour compression system using R1234ze(E) and R450A as alternatives for R134a", *Energy*, Volume 90, Part 2, pp. 1636-1644.
- Rasta, I. M., dan Sunu, P. W. (2017). "Pengaruh superheat terhadap performansi sistem air conditioning jenis water chiller", *SNITT-Politeknik Negeri Balikpapan*, hal. 288-291.
- Sasongko, M. N. (2017). "Unjuk kerja mesin pendingin kompresi uap pada beberapa variasi superheating dan subcooling", *Saintek II, ISSN 2407-4845*, hal. 123-127.
- Selbas, R., Kizilkan, O., and Sencan, A. (2006). "Thermoeconomic optimization of subcooled and superheated vapor compression refrigeration cycle", *Energy* , Volume 31, Issue 12, pp. 2108-2128.
- Setyawan, A., dan Prasetyo, (2016), "Pengaruh penggunaan LSHX pada kinerja mesin refrigerasi pada berbagai temperatur evaporasi", *Prosiding 7<sup>th</sup> Industrial Research, Workshop, and National Seminar*, Politeknik Negeri Bandung, July 28-29, hal. 229-235.
- Setyawan, A. (2018),"The effects of liquid-suction heat exchanger on the performance of a split air conditioner using R22 under various evaporating temperature", *Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Conference on Thermofluids 2017 (THERMOFLUID 2017)*, AIP Conf. Proc. 2001, 020003-1–020003-7.