

Seminar Nasional Kelautan XIV

" Implementasi Hasil Riset Sumber Daya Laut dan Pesisir Dalam Peningkatan Daya Saing Indonesia"
Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 11 Juli 2019

KARAKTERISTIK REFRIGERAN R-22 PADA SISTEM PENDINGIN RUANGAN DI KAPAL

Urip Prayogi

Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Universitas Hang Tuah
yogi@hangtuah.ac.id

Abstrak: Refrigeran R-22 merupakan zat yang mengalir dalam mesin pendingin (refrigerasi) atau mesin pengkondisian udara (AC). Zat ini berfungsi untuk menyerap panas dari benda atau udara yang didinginkan dan membawanya kemudian membuangnya ke udara sekeliling di luar ruangan yang didinginkan. Refrigeran R-22 dalam siklus kompresi uap memiliki karakteristik yang perlu diketahui. Pembuatan alat percobaan sistem kompresi uap kemudian melakukan uji coba dengan mengisi refrigeran R-22. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik refrigeran R-22 sistem pendingin kompresi uap. Untuk itu melakukan percobaan dengan membuat sistem pendingin dengan refrigeran R-22 dengan menempatkan pressure gauge dan thermometer pada bagian yang akan diukur tekanan dan suhunya. Dari percobaan yang telah dilakukan didapatkan refrigeran R-22 mengalami proses de-superheating, temperature refrigeran tetap $48,33^{\circ}\text{C}$, tidak mengalami perubahan wujud, refrigeran masih dalam bentuk gas dan tekanannya tinggi yaitu 15,78 bar. Refrigeran R-22 memiliki rasio kompresi terendah yaitu sekitar 3,70. sehingga penurunan prestasi kondensor dapat dihindarkan, selain itu dengan tekanan kerja yang lebih rendah, mesin dapat bekerja lebih aman karena kemungkinan terjadinya kebocoran, kerusakan, ledakan dan sebagainya menjadi lebih kecil.

Kata kunci: refrigeran R-22, karakteristik, sistem pendingin

PENDAHULUAN

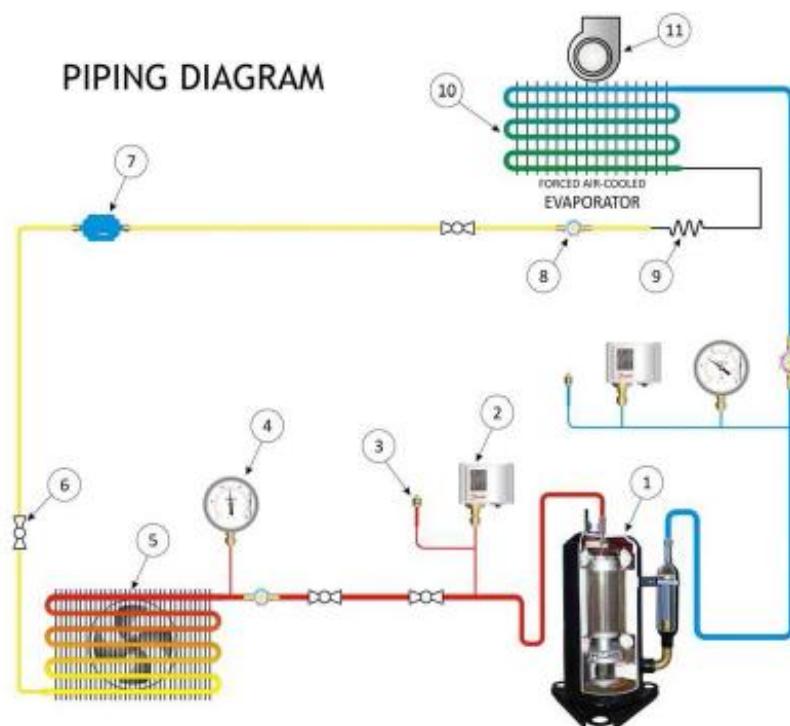
Pada era modern saat ini perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi sangat pesat, tidak hanya terpusat pada satu bidang saja melainkan hampir semua bidang mengalami perkembangan yang cukup pesat. Salah satunya adalah semakin berkembangnya sistem pendingin, penerapan dari sistem pendingin sendiri dapat kita lihat pada perumahan, perkantoran maupun pada kendaraan bermotor bahkan pada instansi pendidikan pun banyak yang telah menggunakan sistem pendingin, secara umum penggunaan mesin pendingin bertujuan untuk mengondisikan dan menyegarkan udara ruangan, salah satunya dalam ruangan di kapal.

Menurut Phie, F.X., Tanujaya, H. and Darmawan, S., (2017) *refrigeration* (pendinginan) adalah proses membuang panas dari suatu zat agar terus - menerus dengan cara penguapan (*evaporation*) dan pengembunan (*condensation*). Oleh karena itu dalam sistem *refrigeration* (pendinginan) dikenal 5 bagian peralatan utama yaitu, peralatan penguap (*evaporator*), peralatan penekan (*compressor*), peralatan pengembun (*condensor*), peralatan penerima/ penampung (*receiver/reservoir*), dan katup penyebar (*expansion valve*) menjadi dingin. Sebagai contoh, pada saat es mencair, es tersebut menyerap panas dari lingkungan di sekitarnya yang menyebabkan efek pendinginan pada lingkungan di sekitar es tersebut. Pada sistem *refrigeration* (pendinginan), proses yang digunakan untuk mendapatkan pendinginan yang terus - menerus dilakukan dengan cara mengubah zat pendingin (*refrigerant*) dari bentuk cair ke bentuk gas dan kembali ke bentuk cair (Saksono, 2017).

Meskipun begitu kita harus mengetahui sistem aliran, tekanan dan suhu pada pendinginan tersebut agar ruangan tetap stabil pada suhu yang diinginkan. Dalam penelitian ini menggunakan refrigeran R-22 untuk mengetahui pada pendinginan ruangan tersebut.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium mesin pendingin di Program Studi Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah. Penelitian diawali dengan melakukan studi literatur, pembuatan alat, percobaan, pengambilan data, analisa data dan menarik kesimpulan. Percobaan dilakukan dengan mengulang sebanyak tiga kali kemudian hasilnya di rata-rata.



Gambar 1. Piping Diagram Sistem Kompresi Uap

Tabel 1. Komponen alat pendingin beserta fungsinya

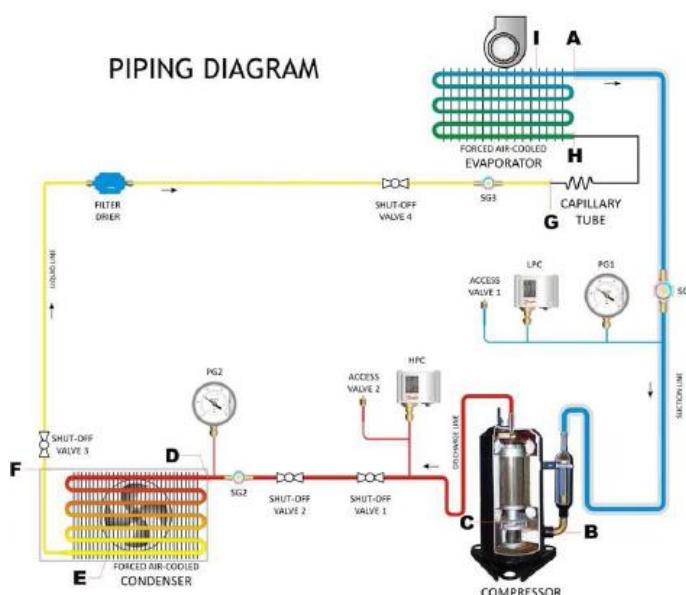
No	Komponen	Pemasangan Dalam Sistem Refrigerasi
1	Kompresor	Sebelum pipa kondensor dan setelah pipa evaporator
2	HPC	Diantara pipa discharge kompresor
3	Acces Valve 2	Sebelum pipa masuk HPC
4	Discharge Pressure	Sebelum pipa menuju kondensor
5	Kondensor	Setelah pipa discharge dan sebelum expansion valve
6	Shut Off Valve 3	Setelah outlet pipa kondensor
7	Filter Drier	Sebelum menuju expansion valve / pipa kapiler
8	SG-3	Sebelum masuk pipa kapiler
9	Pipa Kapiler	Setelah show gauge dan sebelum masuk evaporator
10	Evaporator	Sebelum pipa suction yang menuju kompresor
11	Fan Motor	Pada bagian evaporating sistem

Seminar Nasional Kelautan XIV

" Implementasi Hasil Riset Sumber Daya Laut dan Pesisir Dalam Peningkatan Daya Saing Indonesia"
Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 11 Juli 2019

Tabel 2. Poin Pengukuran

No	Point Pengukuran
1	Suction Pressure (PG1)
2	Discharge Pressure (PG2)
3	Suction Temperature (T1)
4	Discharge Temperature (T2)
5	Expansion Unit Temperature (T3)
6	Evaporator Outlet Temperature (T4)
7	Ambient Temperature (T5)
8	Evaporator Air Inlet Temperatur
9	Evaporator Air Outlet Temperature
10	Condenser Air Inlet Temperature
11	Condenser Air Outlet Temperatur



Gambar 2. Poin Pengukuran Refrgerant R-22 Sistem Kompresi Uap

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 3. Temperatur discharge (T2) dan tekanan tinggi (PG2) (point C ke D)

No	Point Pengukuran	Hasil Pengujian			Rata-rata
		Percb 1	Percb 2	Percb 3	
1	Discharge Temperature (T2)	48,9 °C	47,5 °C	48,6 °C	48,33 °C
2	High Pressure Gauge (PG2)	15,51 bar	16 bar	15,85 bar	15,78 bar

Seminar Nasional Kelautan XIV

" Implementasi Hasil Riset Sumber Daya Laut dan Pesisir Dalam Peningkatan Daya Saing Indonesia"
Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 11 Juli 2019

Pada tabel 3. refrigeran R-22 mengalami proses de-superheating, temperature refrigeran tetap 48,33 °C, tidak mengalami perubahan wujud, refrigeran masih dalam bentuk gas dan tekanannya tinggi yaitu 15,78 bar.

Tabel 4. Refrigeran R-22 keadaan tekanan tinggi (PG2) (point D ke E)

No	Point Pengukuran	Hasil Pengujian			Rata-rata
		Percb 1	Percb 2	Percb 3	
1	High Pressure Gauge (PG2)	15,51 bar	16 bar	15,85 bar	15,78 bar

Pada tabel 4. refrigeran R-22 mengalami proses kondensasi, terjadi perubahan wujud refrigeran dari gas menjadi cair tanpa merubah temperaturnya sedangkan tekanannya tetap tinggi yaitu 15,78 bar.

Tabel 5. Tekanan tinggi (PG2) dan temperatur di condenser outlet (point E ke F)

No	Point Pengukuran	Hasil Pengujian			Rata-rata
		Percb 1	Percb 2	Percb 3	
1	High Pressure Gauge (PG2)	15,51 bar	16 bar	15,85 bar	15,78 bar
2	Condenser Outlet Temperatur	33,43°C	36,3 °C	36,7 °C	35,47 °C

Pada tabel 5. refrigeran R-22 mengalami proses sub cooling di kondenser, refrigeran yang sudah dalam bentuk cair masih membuang kalor ke udara sekitar sehingga mengalami penurunan temperatur yaitu dari 48,33 °C menjadi 35,47 °C sedangkan tekanannya tetap 15,78 bar.

Tabel 6. Temperatur di condenser outlet dan temperatur expansion inlet (T3) (point F ke G)

No	Point Pengukuran	Hasil Pengujian			Rata-rata
		Percb 1	Percb 2	Percb 3	
1	Condenser Outlet Temperatur	33,3 °C	36,3 °C	36,7 °C	35,43 °C
2	Expansion Inlet Temperatur (T3)	28,7 °C	27,6 °C	26,6 °C	27,63 °C

Refrigeran R-22 mengalami proses sub cooling di pipa liquid, refrigeran cair masih mengalami penurunan temperatur yaitu dari 35,43 °C menjadi 27,63 °C karena temperaturnya masih diatas temperatur udara sekitar terlihat pada tabel 6.

Tabel 7. Refrigeran R-22 melewati katub ekspansi tekanan tinggi (PG2) dan tekanan rendah (PG1) (point G ke H)

No	Point Pengukuran	Hasil Pengujian			Rata-rata
		Percb 1	Percb 2	Percb 3	
1	High Pressure Gauge (PG2)	15,51 bar	15,85 bar	15,85 bar	15,73 bar
2	Low Pressure Gauge (PG1)	1,6 bar	2,89 bar	2,48 bar	2,32 bar

Proses ekspansi refrigeran R-22 dalam bentuk cair diturunkan tekanannya dari 15,73 bar menjadi 2,32 bar sehingga temperatur saturasinya berada di bawah temperaturnya ruangan yang didinginkan, tujuannya agar refrigeran cair mudah menguap di evaporator dengan cara menyerap kalor dari udara yang dilewatkan ke evaporator.

Seminar Nasional Kelautan XIV

" Implementasi Hasil Riset Sumber Daya Laut dan Pesisir Dalam Peningkatan Daya Saing Indonesia"
Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 11 Juli 2019

Tabel 8. Refrigeran R-22 pada tekanan rendah (PG1) (point H ke I)

No	Point Pengukuran	Hasil Pengujian			Rata-rata
		Percb 1	Percb 2	Percb 3	
1	Low Pressure Gauge (PG1)	1,6 bar	1,58 bar	2,48 bar	1,88 bar

Refrigeran R-22 mengalami proses Evaporasi, refrigeran yang bertemperatur rendah menyerap kalor dari udara yang dilewatkan ke evaporator dan dengan tekanan yang rendah sebesar 1,88 bar.

Tabel 9. Refrigeran R-22 pada tekanan rendah (PG1) dan temperature di evaporator outlet (T4) (point I ke A)

No	Point Pengukuran	Hasil Pengujian			Rata-rata
		Percb 1	Percb 2	Percb 3	
1	Low Pressure Gauge (PG1)	1,6 bar	1,58 bar	2,48 bar	1,88 bar
2	Evaporator Outlet Temperatur (T4)	21,7 °C	27 °C	23,4 °C	26,13 °C

Tabel 9. adalah Refrigeran R-22 mengalami proses superheat di evaporator, gas Refrigeran bertemperatur rendah masih menyerap kalor dari udara karena temperaturnya yang masih dibawah temperature udara yaitu 26,13 °C dan tekanan 1,88 bar.

4.2. Rasio Kompresi

Tabel 10. Tekanan udara sekitar dengan menggunakan barometer

No	Point Pengukuran	Hasil Pengujian			Rata-rata
		Percb 1	Percb 2	Percb 3	
1	Tekanan udara	1,03 bar	1,03 bar	1,03 bar	1,03 bar

Tabel 11. Rasio Kompresi A tekanan tinggi (PG2) dan Tekanan rendah (PG1)

No	Point Pengukuran	Hasil Pengujian			Rata-rata
		Percb 1	Percb 2	Percb 3	
1	High Pressure Gauge (PG2)	14,5 bar	15,85 bar	15,16 bar	15,17 bar
2	Low Pressure Gauge (PG1)	1,65 bar	2,8 bar	1,78 bar	2,07 bar

1. Tutup sebagian condenser dengan cardboard hingga aliran udara terhalang dan tekanan PG2 naik sekitar 10 % dari kondisi tekanan normal

Tabel 12. Rasio Kompresi B tekanan tinggi (PG2) dan tekanan rendah (PG1)

No	Point Pengukuran	Hasil Pengujian			Rata-rata
		Percb 1	Percb 2	Percb 3	
1	High Pressure Gauge (PG2)	16,5 bar	18,61 bar	17,2 bar	17,43 bar
2	Low Pressure Gauge (PG1)	1,5bar	8,61 bar	1,8 bar	3,97 bar

2. Buka kembali cardboard yang menutupi aliran udara ke condenser
3. Tutup sebagian aliran fluida udara yang masuk ke evaporator hingga tekanan suction turun sekitar 10% dibawah tekanan normalnya

Seminar Nasional Kelautan XIV

" Implementasi Hasil Riset Sumber Daya Laut dan Pesisir Dalam Peningkatan Daya Saing Indonesia"
Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 11 Juli 2019

Tabel 13. Rasio kompresi C tekanan tinggi (PG2) dan tekanan rendah (PG1)

No	Point Pengukuran	Hasil Pengujian			Rata-rata
		Percb 1	Percb 2	Percb 3	
1	High Pressure Gauge (PG2)	14,8 bar	15,16 bar	14,4 bar	14,78 bar
2	Low Pressure Gauge (PG1)	1,4 bar	2,96 bar	1,6 bar	1,98 bar

Pengukuran Sub-Cooling**Tabel 14.** Condensor dan Liquid Line sub-cooling A

No	Point Pengukuran	Hasil Pengukuran			Rata-rata
		Percb 1	Percb 2	Percb 3	
1	High Pressure gauge (PG2)	14,13 bar	16,20 bar	15,51 bar	15,28 bar
	Condensation Temperature	36,6 °C	35,8 °C	35,4 °C	35,93 °C
2	Condensor Outlet Temperature	33,4 °C	34,5 °C	35,6 °C	34,5 °C
3	Ekspansion Inlet Temperature (T3)	30,4 °C	27,9 °C	22,2 °C	26,83 °C

1. Tutup sebagian kondensor dengan cordboard hingga aliran udara terhalang dan tekanan PG2 naik sekitar 10% dari kondisi tekanan normal.
2. Catat tekanan tinggi (PG2), ukur temperature kondensor outlet*, dan catat temperature Ekspansi inlet.

Tabel 15. Condensor dan Liquid Line sub-cooling B

No	Point Pengukuran	Hasil Pengukuran			Rata-rata
		Percb 1	Percb 2	Percb 3	
1	High Pressure gauge (PG2)	18,9 bar	17,5 bar	16,82 bar	17,74 bar
	Condensation Temperature	39,6 °C	39,1 °C	37,1 °C	38,8 °C
2	Condensor Outlet Temperature	35,8 °C	34,4 °C	38,6 °C	36,27 °C
3	Ekspansion Inlet Temperature (T3)	31,0°C	30,6 °C	26,7 °C	29,43 °C

3. Buka kembali cardboard yang menutupi aliran udara ke kondensor. Biarkan tekanan kembali turun ke kondisi normal.
4. Tutup sebagian aliran udara yang masuk ke Evaporator hingga tekanan suction turun sekitar 10% dibawah tekanan normalnya.
5. Catat tekanan tinggi (PG2), ukur temperature kondensor outlet*, dan catat temperature Ekspansi inlet.

Tabel 16. Condensor dan Liquid Line sub-cooling C.

No	Point Pengukuran	Hasil Pengukuran			Rata-rata
		Percb 1	Percb 2	Percb 3	
1	Low Pressure gauge (PG1)	15,9 bar	15,16 bar	15,51 bar	15,53 bar
	Evaporation Temperature	38,9 °C	33 °C	37,1 °C	36,34 °C
2	Evaporator Outlet Temperature	36, 9 °C	30,6 °C	37,4 °C	34,97 °C
3	Section Line/Compressor Inlet Temperature (T1)	31,4 °C	26,6 °C	28,7 °C	28,9 °C

Seminar Nasional Kelautan XIV

" Implementasi Hasil Riset Sumber Daya Laut dan Pesisir Dalam Peningkatan Daya Saing Indonesia"

Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 11 Juli 2019

4.4 Pengukuran Superheat

- Catat tekanan rendah (PG1) temperatur evaporator outlet, dan temperatur suction line / compressor inlet (T1)

Tabel 17. Evaporator dan Suction Line Superheat A.

No	Point Pengukuran	Hasil Pengukuran			Rata-rata
		Percb 1	Percb 2	Percb 3	
1	Low Pressure gauge (PG1)	2,76 bar	3 bar	2,89 bar	2,89 bar
	Evaporation Temperature	18,3 °C	25,1 °C	16,4 °C	19,94 °C
2	Evaporator Outlet Temperature	28,4 °C	25,5 °C	27,6 °C	27,16 °C
3	Section Line/Compressor Inlet Temperature (T1)	37,2 °C	33,5 °C	39 °C	24,57 °C

- Tutup sebagian evaporator dengan cordboard hingga aliran udara terhalang dan tekanan PG1 turun sekitar 10% dari kondisi tekanan normal.
- Catat tekanan rendah (PG1) temperatur evaporator outlet, dan temperatur Suction Line / Compressor Inlet (T1).

Tabel 18. Evaporator dan Suction Line Superheat B

No	Point Pengukuran	Hasil Pengukuran			Rata-rata
		Percb 1	Percb 2	Percb 3	
1	Low Pressure gauge (PG1)	3,04 Bar	2,89 bar	2,82 bar	2,92 bar
	Evaporation Temperature	20,1 °C	26,1 °C	17,6 °C	21,27 °C
2	Evaporator Outlet Temperature	30,9°C	25,4 °C	27,4 °C	27,0 °C
3	Section Line/Compressor Inlet Temperature (T1)	40,3 °C	34,1 °C	42, 4 °C	38,93 °C

- Tutup lebih rapat lagi aliran udara yang masuk ke Evaporator hingga tekanan suction turun sekitar 15% dibawah tekanan normalnya
- Catat tekanan rendah (PG1) temperatur evaporator outlet, dan temperatur Suction Line / Compressor Inlet (T1)

Tabel 19. Evaporator dan Suction Line Superheat C

No	Point Pengukuran	Hasil Pengukuran			Rata-rata
		Percb 1	Percb 2	Percb 3	
1	Low Pressure gauge (PG1)	3,17 bar	2,75 bar	2,89 bar	2,94 bar
	Evaporation Temperature	27,1 °C	26,6 °C	16,9 °C	23,53 °C
2	Evaporator Outlet Temperature	38,6 °C	25,6 °C	28,1 °C	30,77 °C
3	Section Line/Compressor Inlet Temperature (T1)	48,2 °C	33,8 °C	47,9 °C	43,3 °C

Pembahasan**Siklus refrigerasi**

Siklus refrigerasi dimulai outlet evaporator kemudian menuju ke kompressor, dilanjutkan menuju kondensor, katup ekspansi, dan kembali lagi menuju evaporator. Temperatur dan tekanan Refrigeran R-22 yang keluar evaporator ialah rendah dengan fase gas 27,86°C. Kemudian masuk ke kompressor dan keluar dari kompressor temperatur dan tekanan refrigeran mengalami kenaikan drastis dengan fase tetap gas yaitu 48,33°C. Kemudian menuju ke kondensor dan keluar dari kondensor temperatur dan tekanan turun 35,47°C dengan fase berubah menjadi cair.

Seminar Nasional Kelautan XIV

" Implementasi Hasil Riset Sumber Daya Laut dan Pesisir Dalam Peningkatan Daya Saing Indonesia"
Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 11 Juli 2019

Kemudian masuk ke katup ekspansi temperatur 27,63 °C dan tekanan semakin turun 2,32 bar dan fase tetap gas. Proses superheat terjadi di evaporator. Pada proses ini terjadi di evaporator dimana Refrigeran menyerap panas dari temperatur udara, sehingga Refrigeran saat keluar mengalami kenaikan suhu. Kemudian ketika melewati pipa ke suction kompresor, terjadi proses Un-useful superheat sehingga terjadi kenaikan temperature. Akibat dari Un-useful superheat sendiri adalah menambah beban dari kompresor itu sendiri. Refrigeran R-22 mengalami proses yang terjadi pada setiap tahap siklusnya yang terjadi dan di setiap tahap siklus terjadi perbedaan tekanan dan suhu pada Refrigeran. Pada proses tersebut Refrigeran R-22 mengalami proses yang menunjukkan karakteristiknya yaitu: un-useful superheat, proses kompresi gas, proses de-superheating, proses kondensasi, proses sub cooling, proses ekspansi, proses evaporasi, proses superheat.

Rasio kompresi

Rasio kompresi adalah perbandingan tekanan absolut discharge dengan tekanan absolut suction. Dari percobaan diatas menggunakan tekanan udara sehingga didapatkan hasil/ data pada saat percobaan dilakukan. Pada saat condenser ditutup dengan cardboard hingga aliran udara terhalang, tekanan high pressure yang didapatkan lebih tinggi dari low pressure gauganya. Percobaan per rasio kompresi dilakukan 3 perlakuan percobaan yaitu, keadaan normal tanpa ada yang ditutupi, kemudian dengan menutup sebagian condenser dengan cardboard hingga aliran udara terhalang dan tekanan PG2 naik sekitar 10 % dari kondisi tekanan normal dan menutup sebagian aliran fluida udara yang masuk ke evaporator hingga tekanan suction turun sekitar 10% dibawah tekanan normalnya, lalu bisa diambil datanya.

Rasio kompresi : (Discharge Pressure+Tekanan Atmofer)/(Suction Pressure +Tekanan Atmosfer) (Pramudantoro, T.P., 2017)

Berdasarkan data percobaan didapatkan :

$$\text{Rasio Kompresi A} = (15,17+1,013)/(2,07+1,013) = 5,250$$

$$\text{Rasio Kompresi B} = (17,43+1,013)/(3,97+1,013) = 3,701$$

$$\text{Rasio Kompresi B} = (14,78+1,013)/(1,98+1,013) = 5,276$$

Pada percobaan ini kondensor ditutup sebagian menggunakan cardboard hingga aliran udara terhalang dan tekanan PG2 naik sekitar 10 % dari kondisi tekanan normal. Pada perboaan ini tekanan dari masing-masing PG 1 dan PG 2 mengalami peningkatan tekanan dibandingan dengan percobaan yang dilakukan secara normal. Hal ini dikarenakan kondensor sendiri memiliki fungsi yakni mindahkan kalor yang diserap dari evaporator dan kalor yang timbul saat proses kompresi ke udara sekitarnya dan terjadinya proses pengembunan ataupun perubahan fase refrigeran yang awalnya berfase gas menjadi cair. Sehingga jika kondensor ditutup sebagian maka kondensor akan berfungsi kurang maksimal sehingga proses pemindahan kalor tidak berjalan sebagai mana mestinya. Efek dari penutupan sebagian kondensor ini yakni tekanan yang meningkat pada proses kondensasi. Dari hasil ketiga perhitungan rasio kompresi diatas maka bisa dikatakan tekanan Refrigeran tidak stabil dan cenderung tinggi.maka sistem tidak bisa berjalan dengan baik atau bisa dikatakan tidak effisien untuk sebuah sistem mesin kompresi. Kondisi refrigeran pada saat sub-cooled didalam kompresi berupa gas karena kondisi idealnya Refrigeran pada saat melewati kompresi berupa gas.

Pengukuran sub-cooling

Pada percobaan ini kondensor ditutup sebagian menggunakan cardboard hingga aliran udara terhalang dan tekanan PG2 naik sekitar 10 % dari kondisi tekanan normal. Pada perboaan ini tekanan dari masing-masing PG 1 dan PG 2 mengalami peningkatan tekanan dibandingan dengan percobaan yang dilakukan secara normal. Hal ini dikarenakan kondensor sendiri memiliki fungsi yakni mindahkan kalor yang diserap dari evaporator dan kalor yang timbul saat proses kompresi ke udara sekitarnya dan terjadinya proses pengembunan ataupun perubahan fase refrigeran yang awalnya berfase gas menjadi cair. Sehingga jika kondensor ditutup sebagian maka kondensor akan berfungsi kurang maksimal sehingga proses pemindahan kalor tidak berjalan sebagai mana mestinya. Efek dari penutupan sebagian kondensor ini yakni tekanan yang meningkat pada proses kondensasi. Sub-cooled adalah proses pendinginan lanjut yang terjadi

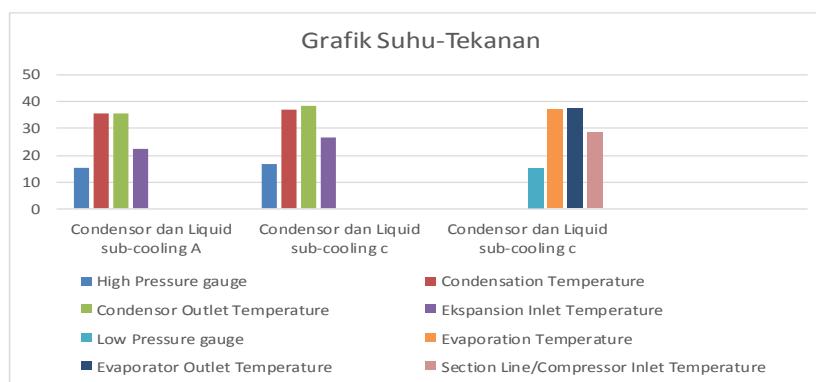
Seminar Nasional Kelautan XIV

" Implementasi Hasil Riset Sumber Daya Laut dan Pesisir Dalam Peningkatan Daya Saing Indonesia"

Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 11 Juli 2019

diantara kondensor dan jalur liquid line sampai masuk ke inlet katup ekspansi. Dalam teori sistem kompressi uap, idealnya temperatur dari Refrigeran turun pada proses ini. Dalam percobaan ini terdapat tiga perlakuan yang berbeda dengan hasil yang berbeda pula. Semakin tinggi nilai sub-cooled maka sistem semakin rendah efisiensinya. Kondisi percobaan diatas menunjukkan bahwa kondensor pada kondisi normal mampu menghasilkan tekanan dan temperature yang sesuai, berbanding terbalik dengan pada saat kondensor ditutup sebagian tidak mampu menghasilkan tekanan dan temperature yang diinginkan, kondisi itu menyebabkan pertukaran kalor mengalami hambatan sehingga menyebabkan tekanan meningkat dan temperature otomatis juga mengalami kenaikan. Kondisi refrigeran pada saat sub-cooled didalam kondensor berupa gas karena fungsi dari sub-cooled adalah mencegah refrigeran cair berubah menjadi gas sebelum masuk ke evaporator.

Gambar 3. dibawah merupakan grafik hubungan suhu dan tekanan pada percobaan pengukuran sub cooling, menurut gambar diatas di dapatkan hasil sebagai berikut : Condensor dan Liquid Line sub-cooling A, pada kondisi ini memiliki tekanan tinggi (high pressure gauge PG 2) yang lebih kecil dari sub cooling B dan memiliki nilai yang sama dengan sub cooling C. Condensor dan Liquid Line sub-cooling B, pada kondisi ini perbedaan terjadi pada temperature kondensor dan sisi masuk katup ekspansi,dimana temperature kondensor di percobaan sub-cooling A lebih rendah daripada percobaan sub-cooling B, sedangkan suhu di sisi masuk katup ekspansi lebih tinggi percobaan sub-cooling B daripada sub-cooling A. Kenaikan pada PG 2 sebesar $\pm 10\%$ sub cooling B diakibatkan adanya penutupan sebagian condenser outlet menggunakan cardboard, hal ini mengakibatkan aliran udara terhambat sehingga tekanan yang harusnya turun menjadi naik dan berakibat juga pada kenaikan temperature condenser outlet dan ekspansion inlet. Condensor dan Liquid Line sub-cooling C, pada percobaan ini cenderung berbeda dengan percobaan kedua dan pertama, dimana pada percobaan ini dilakukan pengukuran tekanan rendah , suhu evaporator inlet dan outlet. PG 2 pada percobaan sub cooling C akan kembali normal seperti kondisi awal dikarenakan cardboar yang menutupi aliran udara di evaporator telah dibuka.



Gambar 3. Grafik suhu dan tekanan pada pengukuran sub-cooling R-22

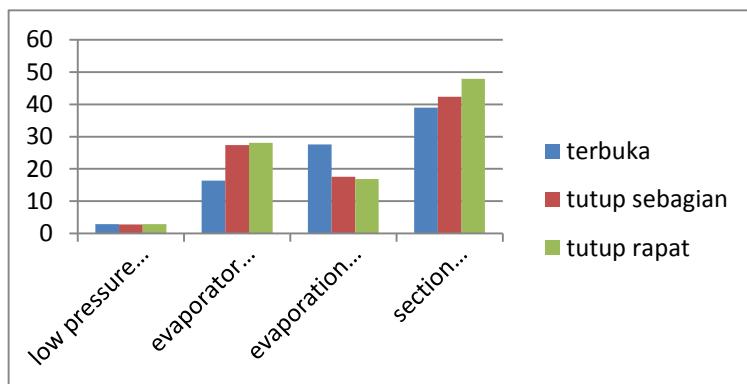
Pengukuran Superheat

Dari percobaan diatas dapat disimpulkan bahwa pada saat evaporator sebelum ditutup sebagian dengan evaporator yang ditutup pada saat percobaan dilakukan low pressurenya tetap hanya saja yang berubah Evaporation Temperature, Evaporator Outlet Temperature dan Section Line/Compressor Inlet Temperature (T1) sedangkan pada saat tertutup rapat suhudari ketiga komponen tersebut naik hanya saja pada komponen Section Line/Compressor Inlet Temperature (T1) mengalami penurunan suhu. Superheat adalah proses pemanasan lanjut yang terjadi diantara evaporator dengan compressor. Dalam teori sistem kompressi uap, idealnya temperatur dari refrigeran naik pada proses ini. Dalam percobaan ini terdapat tiga perlakuan yang berbeda dengan hasil yang berbeda pula. Semakin tinggi nilai superheat maka sistem semakin tidak efisiensi.

Seminar Nasional Kelautan XIV

" Implementasi Hasil Riset Sumber Daya Laut dan Pesisir Dalam Peningkatan Daya Saing Indonesia"
Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 11 Juli 2019

Keadaan superheat yang tinggi sangat tidak menguntungkan karena lama-kelamaan mesin maupun komponen yang ada didalam sistem akan cepat rusak karena temperatur yang panas ini dan hasil dari refrigeran yang dihasilkan juga tidak maksimal. Refrigeran pada saat kondisi ini bersifat gas karena kondisi normal pada saat refrigeran melewati evaporator bersifat gas.



Gambar 4. Grafik suhu dan tekanan pada pengukuran superheat R-22

Pada saat melaksanakan percobaan, suction line/kompressor inlet temperature (T1) antara percobaan 1, 2, dan 3, suhu di (T1) mengalami kenaikan suhu yang cukup signifikan, dikarenakan pada saat percobaan 2, evaporator ditutup cordboard sebagian ,suhu di (T1) semakin naik lagi pada saat percobaan 3, dikarenakan pada saat percobaan 3 evaporator ditutup lebih rapat lagi. Pada PG 1 kita bisa melihat bahwa refrigeran sebelum masuk kedalam kompresor fase gas temperatur dan tekanan rendah pada saluran suction. Setelah masuk kompresor refrigeran akan tekan dan akan membuat refrigeran bertemperatur dan bertekanan tinggi (refrigeran dalam fase uap).

KESIMPULAN

Dari analisa dan pembahasan dari data yang sudah dirata-rata terhadap karakteristik dari refrigeran R-22 maka dapat ditarik kesimpulan refrigeran R-22 mengalami proses yang menunjukkan karakteristiknya yaitu: dari proses un-useful superheat, proses kompresi gas, proses de-superheating, proses kondensasi, proses sub cooling, proses ekspansi, proses evaporasi, proses superheat didapatkan. Refrigeran R-22 mengalami proses de-superheating, temperatur refrigeran tetap $48,33^{\circ}\text{C}$, tidak mengalami perubahan wujud, refrigeran masih dalam bentuk gas dan tekanannya tinggi yaitu 15,78 bar. Refrigeran R-22 memiliki rasio kompresi terendah yaitu sekitar 3,70. sehingga penurunan prestasi kondensor dapat dihindarkan, selain itu dengan tekanan kerja yang lebih rendah, mesin dapat bekerja lebih aman karena kemungkinan terjadinya kebocoran, kerusakan, ledakan dan sebagainya menjadi lebih kecil.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Rektor dan Kepala Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat Universitas Hang Tuah dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian No: B/025/UHT.C2/III/2019 yang telah memberikan pendanaan dalam penelitian ini.

Seminar Nasional Kelautan XIV

" Implementasi Hasil Riset Sumber Daya Laut dan Pesisir Dalam Peningkatan Daya Saing Indonesia"
Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 11 Juli 2019

DAFTAR PUSTAKA

- Mahendra, Adrian M, Homzah,O.F (2015). Analisa perbandingan Kinerja Mesin Pendingin Air conditioner Kapasitas 2 HP Menggunakan Refrigeran R-22, R290, dan R407C. Jurnal Teknologi Pendingin dan Tata Udara. Politeknik Sekayu
- Poetro, J.S Handoko, C.H. (2013). Analisa Kinerja Sistem Pendingin Arus Searah yang Menggunakan Heatsink Jenis Extruded dibandingkan dengan Heatsink Jenis Slot. Jurnal Teknik Mesin Tahun 21 No.2 Oktober 2013. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
- Perkasa,D.P Putra, A B. (2015). Performansi Sistem Refrigerasi Cascade menggunakan MC22 dan R407F sebagai Refrigeran Ramah Lingkungan dengan Variasi Laju Penegeluaran Kalor Kondensor High Stage. Jurnal Teknik ITS Vol.4 No.2. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
- Saksono Puji. 2017. Pengaruh Aplikasi Refrigeran Hidrokarbon Terhadap Performansi Mobile Air Conditioning. Jurnal Teknologi Terpadu No.1 Vol. 2 . Universitas Balikpapan.
- Phie, F.X., Tanujaya, H. and Darmawan, S., 2017. Uji Eksperimental Mesin Pendingin Berpendingin Coolant Dengan Menggunakan Refrigeran R-22 Dan Refrigeran R407c. Poros, 13(1), pp.23-29.
- Harman, H., Mukhlis, A. and Hamarung, H., 2017. Analisis Eksperimen Penggunaan Refrijeran R-22, R32, Dan Campuran R502-R407c Untuk Mengetahui Kinerja Ac Split. Dinamika: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 9(1).
- Pramudantoro, T.P., 2017. Pengaruh Variasi Massa Pengisian R290 Sebagai Refrigeran Pengganti R-22 Pada Kinerja Freezer. ReTII.