

Analisis Evaluasi Kevakuman dan Pengisian Freon Mesin Pendingin Bahan Makanan di MT. Green Plus

Fachri Jafar Sidick¹⁾, Hasan²⁾, Syah Risal³⁾

Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
Program Studi Teknika

Jln. Tentara Pelajar No. 173 Makassar, Kode Pos. 90172

Email: fachrijafarsidick@gmail.com, hasan@gmail.com, syahrizal@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengidentifikasi langkah-langkah dalam proses vakum dan pengisian freon pada mesin pendingin makanan. Mesin pendingin berperan penting dalam menjaga kualitas dan memperpanjang masa simpan makanan, dengan empat komponen utama yaitu kompresor, kondensor, katup ekspansi, dan evaporator. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi langsung terhadap proses kerja mesin pendingin serta identifikasi permasalahan yang terjadi di lapangan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebocoran freon terjadi akibat kerusakan pada instalasi sistem pendingin dan adanya endapan pada pipa kondensor. Endapan tersebut menghambat proses pelepasan panas, sehingga freon tidak dapat bekerja secara optimal. Kebocoran freon menyebabkan gangguan pada sirkulasi gas refrigeran, yang berdampak pada terbentuknya akumulasi es pada pipa tekanan tinggi dan rendah. Kondisi paling parah terjadi pada pipa evaporator yang tertutup es sepenuhnya, mengakibatkan peningkatan suhu dalam ruang pendingin dan seringnya kompresor mati secara otomatis.

Kesimpulannya, proses vakum dan pengisian freon yang tepat sangat penting untuk menjaga efisiensi dan kinerja mesin pendingin makanan. Identifikasi serta perawatan rutin terhadap sistem pendingin dapat mencegah terjadinya gangguan serupa di masa mendatang.

Kata kunci: mesin pendingin, freon, vakum, kebocoran, efisiensi sistem

1. PENDAHULUAN

Sistem refrigerasi merupakan salah satu bagian penting dalam operasional kapal, khususnya dalam menjaga kesegaran bahan makanan selama pelayaran. Sistem ini bertugas untuk memastikan berbagai jenis bahan pangan, baik kering maupun basah seperti daging, ikan, sayuran, dan buah-buahan, tetap terjaga kualitasnya hingga kapal mencapai tujuan. Untuk itu, diperlukan pengoperasian sistem pendingin yang sesuai standar serta perawatan yang optimal guna meminimalkan risiko kegagalan dan menjaga kelancaran logistik di atas kapal.

Komponen utama dalam sistem refrigerasi meliputi kompresor, kondensor, katup ekspansi, dan evaporator. Sistem ini umumnya menggunakan refrigeran jenis R-404, yang dikenal stabil, tidak mudah terbakar, dan tidak beracun, sehingga aman dan cocok untuk digunakan di lingkungan kapal. Namun demikian, permasalahan teknis seperti keberadaan udara dalam sistem, terbentuknya es pada evaporator, tekanan kondensor yang tidak stabil, hingga kompresor yang berhenti secara tidak teratur sering kali menjadi tantangan yang harus segera diatasi oleh insinyur kapal agar sistem tetap berfungsi optimal.

Pada praktik laut yang dilaksanakan pada tanggal 14 September 2023, peneliti mengalami insiden kebocoran pada bagian evaporator. Kebocoran ini menyebabkan gangguan sirkulasi refrigeran yang berdampak pada peningkatan suhu ruang pendingin dan berisiko merusak bahan makanan yang disimpan. Meskipun penanganan telah dilakukan dengan perbaikan komponen yang rusak, kejadian tersebut menunjukkan pentingnya pemeliharaan menyeluruh, terutama pada proses kevakuman dan pengisian ulang refrigeran, yang merupakan tahap krusial dalam memastikan kinerja sistem refrigerasi tetap optimal.

Penelitian ini bertujuan untuk menjawab dua pertanyaan utama, yaitu: (1) apa tujuan dilakukannya proses pemvakuman sebelum pengisian refrigeran, dan (2) bagaimana evaluasi terhadap proses kevakuman serta pengisian ulang refrigeran pada mesin pendingin bahan makanan di kapal. Penelitian ini dilakukan dengan menganalisis prosedur pemvakuman, mengidentifikasi langkah-langkah perbaikan, serta mengevaluasi faktor-faktor penyebab ketidakefektifan dalam sistem pendingin.

Manfaat praktis dari penelitian ini adalah memberikan pemahaman yang lebih baik kepada para calon masinis dan insinyur kapal mengenai prosedur yang tepat dalam pemvakuman dan pengisian refrigeran. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi dalam meningkatkan keandalan sistem refrigerasi di kapal dan menjaga kualitas bahan makanan selama pelayaran.

2. KAJIAN PUSTAKA

Refrigerasi adalah ilmu yang mempelajari sistem pendinginan dengan mentransfer panas dari area bersuhu rendah ke area bersuhu tinggi. Secara umum, tujuan teknologi refrigerasi adalah menurunkan suhu suatu zat, mengubah fase zat dari satu keadaan ke keadaan lain, serta menjaga zat atau area dalam kondisi tertentu [2].

a. Bagian-bagian penting Mesin Pendingin

1) Kompresor

Kompresor adalah komponen yang berfungsi mengompresi gas refrigeran bertekanan rendah dari evaporator menjadi gas bertekanan tinggi yang dikirim ke kondensor [1]. Jenis kompresor yang umum digunakan meliputi:

- a) Torak (Reciprocating): Menggunakan piston untuk menghasilkan tekanan tinggi.
- b) Rotary: Mengompresi gas melalui rotor yang berputar.
- c) Screw: Menggerakkan gas secara aksial dengan sekrup berputar.

Komponen utama kompresor torak meliputi piston, batang penggerak, poros engkol, silinder, ruang engkol, dan katup masuk/keluar.

2) Kondensor

Kondensor berfungsi melepaskan panas dari refrigeran sehingga berubah fase dari gas menjadi cair. Jenis kondensor yang umum adalah shell and tube,

yang menggunakan air pendingin, termasuk air laut [4]. Pemeliharaan berkala penting untuk mencegah penumpukan kotoran.

3) Receiver (Penampung Freon)

Receiver digunakan untuk menyimpan refrigeran cair sebelum dialirkan ke sistem. Dalam beberapa sistem, receiver digabung dengan kondensor menjadi satu perangkat yang disebut condenser receiver [7].

4) Dehydrator/Filter Dryer

Berfungsi menyaring kotoran dan menyerap kelembapan dalam refrigeran. Dehydrator dilengkapi dengan katup bypass untuk memudahkan perawatan [9].

5) Pipa Kapiler

Pipa kapiler menurunkan tekanan refrigeran cair sebelum masuk evaporator. Pipa ini biasanya dililitkan untuk mempermudah pertukaran panas dan menghemat ruang [6].

6) Evaporator

Evaporator mendinginkan medium sekitar dengan mengubah refrigeran cair menjadi gas. Proses ini menyerap panas dari udara atau benda yang didinginkan. Dilengkapi dengan sirip dan blower untuk meningkatkan efisiensi penyerapan panas [9].

7) Accumulator

Accumulator menyimpan refrigeran cair bersuhu rendah dan mengontrol aliran refrigeran agar tetap dalam bentuk gas sebelum masuk kompresor.

8) Thermostat

Thermostat memantau suhu ruangan pendingin dan mematikan kompresor secara otomatis ketika suhu yang diinginkan tercapai.

9) Katup Ekspansi

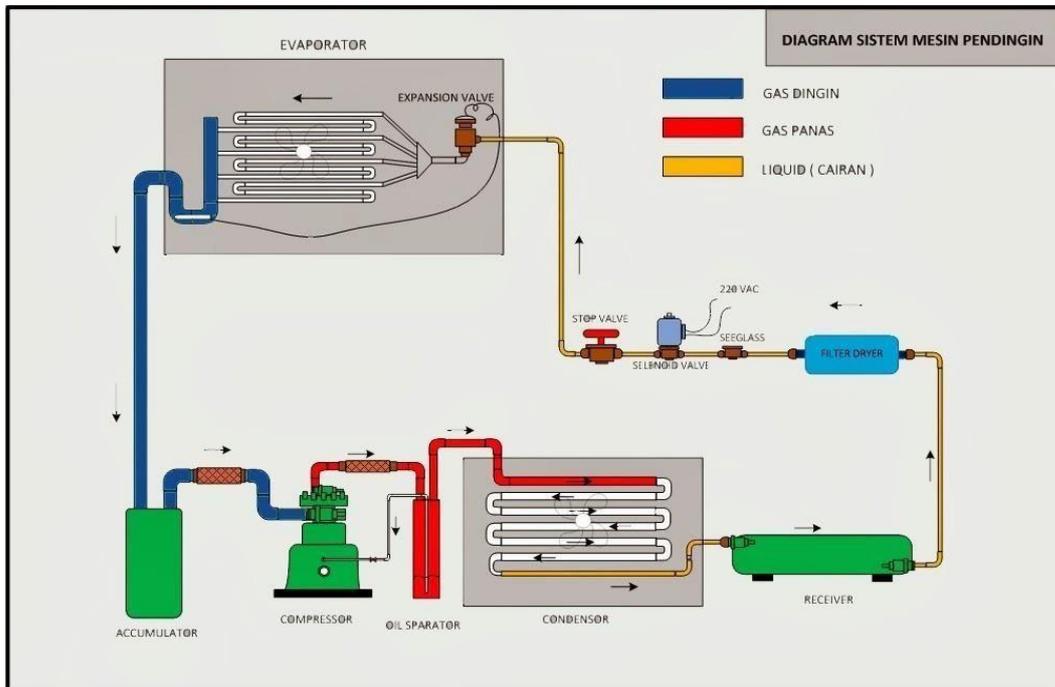
Katup ekspansi menurunkan tekanan refrigeran dari kondensor sehingga refrigeran dapat menguap di evaporator. Terdapat beberapa jenis, seperti katup ekspansi otomatis, termostatik, dan termo listrik.

10) Selenoid Valve

Katup ini mengatur aliran refrigeran ke evaporator berdasarkan perintah dari saklar termostatik. Ketika arus listrik dialirkan, katup terbuka, dan refrigeran mengalir.

b. Proses Kerja Mesin Pendingin

Gambar 1 Alur kerja mesin pendingin



Sistem refrigerasi pada kapal memanfaatkan refrigeran sebagai media pendingin untuk menjaga suhu ruangan tetap rendah. Proses dimulai di kompresor, yang menghisap gas refrigeran bertekanan rendah dari evaporator, lalu mengompresinya menjadi gas bertekanan tinggi dan bersuhu tinggi. Gas ini kemudian dialirkan ke separator oli, di mana oli dipisahkan dan dikembalikan carter kompresor, sementara refrigeran bebas oli diteruskan ke kondensor.

Di kondensor, gas refrigeran didinginkan menggunakan air laut, mengubahnya menjadi cairan. Cairan refrigeran tersebut kemudian dikumpulkan di receiver dan mengalir melewati katup solenoid dan filter dryer (dehidrator) untuk menyaring kotoran dan menghilangkan kelembapan sebelum menuju katup ekspansi.

Melalui katup ekspansi, tekanan refrigeran diturunkan secara drastis sebelum masuk ke evaporator, tempat refrigeran cair mengalami ekspansi dan evaporasi. Proses ini menyebabkan penyerapan panas dari lingkungan sekitar, sehingga suhu di ruang yang didinginkan menurun.

Siklus ini berulang ketika refrigeran yang telah menguap kembali disedot oleh kompresor untuk dikompresi ulang. Mekanisme ini merupakan inti dari sistem refrigerasi berbasis siklus kompresi uap [5].

c. Pengertian Pemvakuman dan Refrigeran

Pemvakuman dalam sistem pendinginan adalah proses mengeluarkan udara atau gas yang terperangkap di dalam pipa-pipa sistem. Kehadiran udara dapat berdampak negatif terhadap efisiensi sistem, karena meningkatkan suhu dan tekanan pada saluran pembuangan, sehingga mengurangi performa kompresor dan efisiensi siklus pendinginan secara keseluruhan [9].

Refrigeran adalah cairan kerja dalam sistem pendinginan yang bertanggung jawab untuk menciptakan efek pendinginan dan pemanasan. Refrigeran menyerap panas dari evaporator dan melepaskannya ke kondensor dalam siklus refrigerasi. Sebagai bahan utama dalam sistem, refrigeran memiliki sifat yang memungkinkan perubahan fase dari gas ke cair dan sebaliknya, sehingga dapat menyerap dan melepaskan panas secara efisien [6].

Refrigeran yang baik harus memenuhi beberapa kriteria berikut:

- 1) Keamanan: Tidak berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan.
- 2) Non-inflamabilitas: Tidak mudah terbakar atau meledak meskipun tercampur dengan udara.
- 3) Ketahanan korosi: Tidak menyebabkan korosi pada logam di dalam sistem pendinginan.
- 4) Kemudahan pengelolaan: Mudah mencair jika terjadi kebocoran, sehingga mempermudah penanganan.
- 5) Sifat termodinamika optimal: Memiliki tekanan kondensasi dan titik didih yang rendah, mendukung efisiensi sistem pada berbagai kondisi operasi.

Refrigeran yang sesuai dengan kriteria ini mendukung operasi yang andal dan efisien dari sistem pendinginan.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan tujuan untuk menggambarkan, mencatat, menganalisis, dan menginterpretasikan fakta-fakta yang ditemukan selama praktik laut. Penelitian dilaksanakan di atas kapal MT. *Green Plus* milik PT. Waruna Nusa Sentana, yang berlangsung dari tanggal 7 Oktober 2022 hingga 4 November 2023. Pendekatan yang digunakan adalah deskriptif kualitatif. Metode ini dipilih karena mampu memberikan pemahaman mendalam terhadap proses pemvakuman dan pengisian

refrigeran pada sistem pendingin makanan di kapal, serta mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi efektivitas proses tersebut.

Sumber data dalam penelitian ini terdiri dari:

- **Data primer**, yaitu data yang diperoleh langsung dari lapangan melalui wawancara dengan personel teknis kapal seperti Chief Engineer, Second Engineer, dan Electrical Technical Officer (ETO).
- **Data sekunder**, berupa dokumentasi resmi, catatan perawatan sistem pendingin, buku panduan teknis, serta arsip logbook kapal yang relevan dengan sistem refrigerasi.

Pengumpulan data dilakukan dengan beberapa teknik sebagai berikut:

- **Observasi langsung**, dilakukan selama praktik laut untuk mencermati proses pemvakuman dan pengisian ulang refrigeran, serta mengamati kondisi sistem pendingin sebelum dan sesudah perawatan.
- **Wawancara**, dilaksanakan secara terstruktur dengan masinis kapal untuk memperoleh informasi teknis dan pengalaman langsung dalam menangani sistem pendingin.
- **Studi pustaka**, dilakukan dengan menelaah literatur, manual sistem pendingin, serta referensi teknis lainnya guna memperkuat dasar teori dan analisis.

Data yang terkumpul dianalisis secara kualitatif. Tahapan analisis dimulai dengan mengelompokkan data dari observasi dan studi pustaka, kemudian dilakukan pengolahan dan interpretasi data berdasarkan teori sistem pendingin. Hasil analisis kemudian dibandingkan dengan standar teknis yang berlaku guna menarik kesimpulan dan memberikan rekomendasi perbaikan terhadap prosedur pemvakuman dan pengisian refrigeran.

Melalui metode ini, diharapkan penelitian dapat menghasilkan gambaran yang jelas mengenai praktik pemeliharaan sistem pendingin di kapal serta memberikan kontribusi terhadap peningkatan keandalan dan efisiensi sistem tersebut

4. HASIL PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan oleh penulis di kapal MT. Green Plus. Kapal Green Plus adalah kapal *chemical tanker* yang berlayar di rute Pelayaran Dekat Pesisir (*Near Coastal Voyage*). Selama praktek laut peneliti R-404 A digunakan sebagai refrigeran pada mesin pendingin kapal.

Berdasarkan informasi yang ditemukan peneliti selama praktek laut di kapal MT. Green Plus, pada tanggal 14 September 2023, terjadi masalah pada ruang pendingin makanan yang menyebabkan penurunan suhu.

Tabel 1 Standar Suhu Normal Pada Mesin Pendingin (Tekanan Freon dan Temperatur Ruangan Pendingin) di Kapal MT.Green Plus

Room	Volume	Temperature		Ket
		Min	Max	
Meat Room	Approx 15.0 m ³	-5°C	-25°C	Normal
Fish Room	Approx 7.7 m ³	-5°C	-25°C	Normal
Vegetable Room	Approx 20.0 m ³	0°C	15°C	Normal

Sumber: Manual Book York Refrigeration MT.Green Plus

Sebelum pergantian jaga, peristiwa ini ditemukan saat parameter ruang pendingin dicatat. Setelah pencatatan data, peneliti menyadari bahwa suhu tidak berada dalam kisaran normal yang ditetapkan dalam manual MT. Green Plus. Sementara rentang suhu yang ditetapkan untuk ruang daging dan ikan adalah antara 0°C hingga -25°C, dan untuk ruang sayuran antara 0°C hingga 15°C, suhu rata-rata untuk ruang daging dan ikan tercatat pada -7°C, sedangkan ruang sayuran tercatat pada 2°C.

Tabel 2 Data Terjadinya Penurunan Temperatur pada Mesin Pendingin di Kapal MT.Green Plus

Tanggal	Waktu	Temperatur (°c)			Keterangan
		Sayur	Daging	Ikan	
12-sept-23	00.00 - 04.00	10°C	-7°C	-5°C	Normal
	04.00 - 08.00	10°C	-7°C	-5°C	Normal
	08.00 - 12.00	8°C	-7°C	-6°C	Normal
	12.00 - 16.00	8°C	-6°C	-6°C	Normal
	16.00 - 20.00	5°C	-10°C	-8°C	Normal
	20.00 - 24.00	18°C	4°C	2°C	Alarm
13-sept-23	00.00 - 04.00	4°C	-10°C	-6°C	Normal
	04.00 - 08.00	4°C	-8°C	-6°C	Normal
	08.00 - 12.00	7°C	-6°C	-6°C	Normal
	12.00 - 16.00	6°C	-10°C	-8°C	Normal
	16.00 - 20.00	6°C	-8°C	-10°C	Normal
	20.00 - 24.00	4°C	-8°C	-10°C	Normal
14-sept-23	00.00 - 04.00	4°C	-8°C	-10°C	Normal
	04.00 - 08.00	17°C	2°C	2°C	Alarm
	08.00 - 12.00	-	-	-	Maintenance

	12.00 - 16.00	-	-	-	Maintenance
	16.00 - 20.00	-	-	-	Maintenance
	20.00 - 24.00	5°C	-10°C	-10°C	Normal

Sumber: Log Book York Refrigeration MT.Green Plus

Data suhu mesin pendingin di MT. Green Plus, yang dikumpulkan selama tiga hari dari 12 hingga 14 September 2023, ditampilkan dalam Tabel 4.4. Data ini menunjukkan bahwa pembacaan suhu mesin pendingin tidak normal

Berdasarkan pengamatan di MT. *Green Plus* pada 14 September 2023, ditemukan bahwa ruang penyimpanan makanan mengalami kenaikan suhu akibat masalah pada mesin pendingin. Analisis menunjukkan beberapa penyebab utama kerusakan, dampaknya terhadap operasional, dan solusi yang dapat diterapkan untuk mengatasi masalah tersebut.

1) Penyebab Kebocoran Freon pada Evaporator Mesin Pendingin

a) Kerusakan pada Dryer:

Filter dryer yang tidak berfungsi optimal menyebabkan kelembapan dan kotoran bersirkulasi dalam sistem pendingin. Hal ini memicu penyumbatan akibat pembekuan es, sehingga evaporator tidak mampu menyerap panas dengan efektif.

b) Endapan pada Pipa Kondensor:

Endapan yang terakumulasi di dalam pipa kondensor menghambat aliran freon, menurunkan kemampuan sistem untuk melepaskan panas dari air laut.

c) Kebocoran Freon pada Sistem Perpipaan:

Kebocoran freon menurunkan tekanan dan kapasitas pendinginan, sehingga proses penyerapan panas terganggu, menyebabkan suhu ruangan meningkat.

2) Dampak Kebocoran Freon pada Mesin Pendingin

a) Pembentukan Es pada Evaporator:

Ketika suhu permukaan pipa evaporator turun di bawah titik beku, kelembapan udara yang bersentuhan dengan pipa mengembun dan membeku. Hal ini menciptakan lapisan es yang menghambat transfer panas lebih lanjut.

b) Kerusakan Makanan:

Naiknya suhu di ruang penyimpanan makanan mempercepat pertumbuhan bakteri, menyebabkan pembusukan makanan yang dapat menurunkan kualitas bahan makanan dan mengganggu operasional dapur kapal.

3) Strategi untuk Mengatasi Kebocoran Freon

a) Pemantauan Suhu Secara Berkala:

Pencatatan suhu ruang penyimpanan makanan setiap empat jam membantu mendeteksi potensi kerusakan dini dan mencegah kerusakan lebih lanjut pada makanan.

b) Pemeriksaan dan Perbaikan Pipa Bocor:

Kebocoran freon harus segera diperbaiki, salah satunya dengan metode pengelasan. Sebelum perbaikan, sistem pendingin harus dipompa untuk mengumpulkan freon ke dalam kondensor dan memastikan sistem aman untuk dimatikan.

c) Uji Kebocoran dan Pemeriksaan Level Freon:

Penggunaan kaca penglihatan untuk mengecek level freon dan melakukan uji kebocoran secara rutin sangat penting untuk menjaga tekanan yang sesuai. Pemeliharaan sistem secara berkala juga mencegah kerusakan lebih lanjut.

d) Pengurangan Pembentukan Es:

Es yang terbentuk harus segera dicairkan, dan proses pencairan perlu diikuti dengan pemeliharaan evaporator. Inspeksi rutin terhadap komponen mesin, termasuk pembersihan dan pengecekan kondisi dryer, katup ekspansi, serta pipa kondensor, harus dilakukan untuk menjaga efisiensi sistem pendingin.

Melalui langkah-langkah ini, mesin pendingin dapat kembali berfungsi optimal, meningkatkan efisiensi pendinginan, dan menjaga kualitas penyimpanan makanan di ruang pendingin. Jadwal pemeliharaan yang terencana tidak hanya membantu memperpanjang umur mesin tetapi juga mencegah gangguan operasional.

4) Penyelesaian dan Resolusi Masalah

Masalah kebocoran pada sistem pendingin di *MT. Green Plus* telah diidentifikasi sebagai penyebab utama ketidakstabilan suhu ruang penyimpanan makanan. Berikut adalah tahapan identifikasi dan solusi untuk mengatasi masalah tersebut:

a) Identifikasi Lokasi Kebocoran

Dua metode utama yang digunakan untuk mendeteksi kebocoran adalah:

(1) Menggunakan Busa Sabun:

Dengan mengoleskan busa sabun pada sambungan pipa atau titik rawan lainnya, kebocoran dapat dikenali melalui pembentukan gelembung.

(2) Menggunakan Lampu Halide:

Lampu ini mendeteksi keberadaan gas refrigeran dengan perubahan warna api. Api biru berubah menjadi hijau ketika terdapat kebocoran. Teknik ini efektif untuk mendeteksi kebocoran kecil maupun besar.

b) Pengelasan Pipa Bocor

Langkah perbaikan menggunakan kawat kuningan sebagai material las:

- (1) Persiapan: Bersihkan area pipa menggunakan amplas atau sikat kawat.
- (2) Pemotongan Kawat Kuningan: Potong kawat sesuai panjang yang dibutuhkan.
- (3) Penerapan Flux Boraks: Oleskan boraks untuk mencegah oksidasi.
- (4) Pemanasan Pipa: Panaskan pipa hingga kawat kuningan dapat meleleh.
- (5) Proses Pengelasan: Lilitkan kawat kuningan pada pipa, panaskan hingga menyatu.
- (6) Pendinginan dan Pemeriksaan: Biarkan mendingin, lalu periksa kekuatan sambungan.
- (7) Pembersihan Area Las: Bersihkan sisa boraks untuk hasil yang optimal.

c) Proses Pevakuman

Pevakuman dilakukan untuk menghilangkan udara dan kelembapan dari sistem, dengan langkah-langkah berikut:

- (1) Lakukan pump down untuk mengumpulkan refrigeran ke kondensor.
- (2) Pasang selang pompa vakum dengan rapat dan pastikan tidak ada kebocoran.
- (3) Operasikan pompa vakum selama 20–30 menit dan pantau tekanan rendah pada kompresor.
- (4) Pastikan tekanan tidak naik setelah pompa vakum dimatikan, untuk memastikan sistem bebas kebocoran.

Gambar 2 Proses pevakuman mesin pendingin



Sumber : MT. Green Plus

d) Pengisian Freon

Prosedur pengisian freon dilakukan setelah sistem tervakum:

- (1) Tutup katup saluran keluar refrigeran di kondensor.
- (2) Pasang selang pengisian freon pada katup pengisian botol.
- (3) Kosongkan udara dari selang pengisian.
- (4) Buka katup botol freon dan operasikan kompresor secara manual.
- (5) Monitor kaca pandang kondensor untuk memastikan pengisian berjalan optimal.
- (6) Setelah pengisian selesai, tutup katup botol freon dan ubah kompresor ke mode otomatis.

Dengan mengikuti langkah-langkah ini, sistem pendingin akan kembali beroperasi normal. Suhu ruang penyimpanan makanan dapat dijaga stabil, mencegah kerusakan bahan makanan dan memastikan efisiensi operasional sistem pendingin.

5. PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Pemvakuman sebelum pengisian freon pada mesin pendingin bahan makanan memiliki tujuan utama untuk menghilangkan udara dan kelembapan dari sistem dikarenakan dapat menyebabkan masalah seperti penurunan efisiensi

pendinginan, peningkatan tekanan dalam sistem, dan kerusakan komponen lainnya.

- 2) Pemvakuman yang benar dapat mengurangi risiko kebocoran dan menjaga efisiensi mesin pendingin bahan makanan tersebut dan memperpanjang umur mesin pendingin tersebut

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Badarus, S.H & Bactiar K., A.P. (2012). Studi eksperimental sistem pendinginan cascade menggunakan refrigeran Musicool 22 pada tahap tinggi dan R-404 pada tahap rendah dengan variasi beban pendinginan. *Jurnal Teknik POMITS*, Vol. 1, No. 1, 1-6.
- [2]. Faozan, I. (2017). Analisis perbandingan evaporator kulkas menggunakan refrigeran R-22 dan R-134A. *Jurnal Teknik*, Vol. 4, No. 3, Oktober.
- [3]. Handoko, J. (2008). *Merawat dan memperbaiki AC mobil*. Jakarta Selatan: PT. Kawan Pustaka.
- [4]. Hariadi, S. (2020). Pengaruh pemeliharaan terhadap kinerja sistem pendingin pada kapal. *Jurnal Sains Teknologi Transportasi Maritim*, Vol. 2, No. 1, Mei 2020.
- [5]. Kiryanto & Supryanto, H. (2011). Analisis teknis dan ekonomis perencanaan sistem pendingin ruang penyimpanan ikan menggunakan sistem kompresi uap dengan refrigeran R22 (monokloro difluorometana). Vol. 8, No. 1, Februari 2011.
- [6]. Kurniawan, A. (2019). Faktor penyebab kegagalan mencapai suhu pada ruang pendingin bahan makanan di kapal KM Tri Sumber Berkah di Pelabuhan UPP Kelas III Juwana. Semarang: Universitas Maritim AMNI. Teknika.
- [7]. Nasrul (2018). *Komponen-komponen sistem pendingin di cold storage PT. Cilacap Samudra Fishing Industry*. Pangkep: Politeknik Pertanian Pangkajene dan Kepulauan, Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan.
- [8]. Pradana, A.S. (2015). *Perencanaan mesin pengubah udara menjadi air minum dengan kapasitas 110 watt*. Surabaya: Universitas Wijaya Putra, Fakultas Teknik, Program Fakultas Industri.
- [9]. Prasetya, O.S.D. (2019). Analisis menurunnya kinerja evaporator pada mesin refrigerator di MV Princess. Semarang: Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang. Teknika.
- [10]. Purkoncoro, A.E. (2020). *Buku panduan praktek teknik pendingin*. Malang: Institut Teknologi Nasional Malang, Fakultas Teknologi Industri.
- [11]. Sasaki, E., Andrizal, Sugiarto, T. (2014). Perbandingan efek pendinginan dan performa air conditioning mobil menggunakan accumulator dan air conditioning mobil menggunakan receiver dryer. Jurusan Teknik Otomotif, FT UNP.
- [12]. Taylor, D.A. (2018). *Introduction to Marine Engineering*, 383. <https://bok.asia/book/465724/537960>.
- [13]. Watterson, J.M. (2018). *Understanding Compressors*. <https://www.momentumpress.net/books/simple-guide-Understanding-Compressors>