BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri kelautan, khususnya yang berkaitan dengan eksplorasi dan produksi minyak dan gas, memerlukan sistem pendingin yang efisien dan andal. Sistem HVAC (pemanas, ventilasi, dan pendingin udara) memainkan peran penting dalam menjaga suhu dan kualitas udara di fasilitas kelautan, karena sistem tersebut bertanggung jawab untuk menciptakan dan memelihara lingkungan dalam ruangan yang nyaman dan sehat. Berdasarkan artikel dari Absolute HVAC LLC (Absolute HVAC Long Island, 2025), sistem HVAC membantu menghilangkan polutan dan alergen dari udara, serta mengatur suhu dan kelembaban yang dapat mencegah pertumbuhan jamur dan bakteri. Sistem yang dirancang dengan baik dan dirawat juga dapat membantu mengurangi biaya energi dan meningkatkan umur peralatan. Namun, penggunaan refrigeran seperti R407C memiliki beberapa kelemahan, termasuk dampak lingkungan yang lebih besar dan efisiensi energi yang lebih rendah (Arora, 2012; Khazaii & Khazaii, 2016; Mendoza-Miranda et al., 2016; Prayogi, 2022; Reddy et al., 2016).

Dengan meningkatnya kesadaran akan perubahan iklim dan regulasi lingkungan yang lebih ketat, seperti yang diatur dalam Protokol Montreal dan Amandemen Kigali, yang mengatur pengurangan hidrofluorokarbon (HFC) untuk melindungi lapisan ozon dan mengurangi emisi gas rumah kaca, serta didukung oleh kebijakan nasional seperti Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup dan Peraturan Presiden Nomor 77 Tahun 2019 tentang Pengesahan Amandemen Kigali, industri mulai beralih ke refrigeran yang lebih ramah lingkungan dan efisien. R450A telah terbukti menjadi alternatif yang menjanjikan karena potensi pemanasan global (GWP) yang lebih rendah dan efisiensi termal yang lebih baik dibandingkan R407C (Abidin et al., 2021; Brain et al., 2023; Yang & Li, 2010)

Masalah kebocoran refrigeran pada tubing dan rendahnya efisiensi mesin pendingin menggunakan R407C (tekanan kerja 414,7 – 2102,3 kPa, GWP ~1624)

sering mengganggu operasional. Retrofit ke R450A mendesak dilakukan karena memiliki tekanan kerja lebih rendah (212–1160,1 kPa) dan GWP jauh lebih rendah (~547), yang dapat meningkatkan kehandalan sistem, mengurangi risiko kebocoran, dan mendukung efisiensi energi. Seiring dengan Penelitian **Josua P. Meyer** (Meyer, 2006) tentang refrigeran R407C dan R450A menunjukkan bahwa meskipun keduanya memiliki karakteristik termodinamika yang mirip, R450A lebih unggul dalam hal emisi karbon yang lebih rendah dan efisiensi energi. menjadikannya pilihan yang lebih ramah lingkungan (Dincer & Rosen, 2015; Stanford III & Spach, 2019; Yang & Li, 2010; Yıldırım et al., 2025)

Analisis Penelitian ini membahas langkah-langkah dan pertimbangan penting dalam mengganti refrigeran R407C ke R450A pada sistem HVAC di instalasi lepas pantai. Serta bertujuan untuk membantu teknisi HVAC memahami proses retrofit dan memastikan pengoperasian yang aman dan efisien dari sistem setelah perubahan refrigeran (Fauzi, 2020; Hendri et al., 2014; Mutaufiq et al., 2021; Prihatmoko, 2016).

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi dan menganalisis implementasi retrofit refrigeran R407C ke R450A pada mesin pendingin HVAC di instalasi lepas pantai. Diharapkan penelitian ini akan membantu industri dalam transisi ke bahan pendingin yang lebih ramah lingkungan dan efisien.

Tujuan penelitian tugas akhir ini adalah untuk menganalisis dampak penggunaan refrigeran R450A terhadap performa sistem pendingin di instalasi lepas pantai, termasuk efisiensi energi, kapasitas pendinginan, dan stabilitas operasional; mendapatkan spesifikasi komponen sistem HVAC untuk memastikan kompatibilitas dan efisiensi penggunaan R450A serta dampak lingkungan yang dihasilkan dibandingkan dengan R407C serta melakukan perbandingan efisiensi energi, tekanan kerja refrigeran, dan kinerja sistem HVAC sebelum dan sesudah proses retrofit dari R407C ke R450A (Anam, 2022; Isnanda et al., 2019; Temaja et al., 2018). Manfaat penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi bagi praktisi tentang peningkatan efisiensi energi setelah penggunaan R450A, yang dapat mengurangi biaya operasional dan konsumsi energi, membantu institusi dan industri mesin pendingin dalam mengurangi emisi gas rumah kaca dengan beralih

ke R450A yang memiliki potensi pemanasan global (GWP) lebih rendah; serta memberikan panduan bagi praktisi dan insinyur di industri lepas pantai mengenai proses retrofit, tantangan yang mungkin dihadapi, dan langkah-langkah yang perlu diambil.

Penelitian ini menghadirkan kebaruan dalam konteks penerapan *retrofit refrigerant* dari R407C ke R450A secara khusus pada instalasi mesin pendingin HVAC di fasilitas lepas pantai, sebuah ranah yang sebelumnya jarang dieksplorasi secara mendalam. Meskipun **Josua P. Meyer** (Meyer, 2006) telah membandingkan karakteristik termodinamika R407C dan R450A secara umum, penelitian ini melangkah lebih jauh dengan menggunakan simulasi termodinamika sistem basic cycle sesuai kondisi riil di instalasi offshore, serta menggunakan perangkat lunak *Generaton Properties v1.4.2* untuk validasi entalpi dan efisiensi. Selain itu, penelitian ini juga mengidentifikasi bahwa retrofit ke R450A dapat dilakukan tanpa modifikasi besar, sehingga lebih ekonomis dan realistis dibandingkan dengan studi oleh **Mendoza Miranda** (Mendoza-Miranda et al., 2016), yang lebih fokus pada evaporator micro-fin tube dan sistem yang berbeda. Penelitian ini juga menyajikan data kinerja operasional yang detail, seperti daya kompresor, laju aliran massa, *COP*, dan EER berdasarkan variasi suhu evaporasi, yang memberikan panduan praktis dan aplikatif bagi teknisi HVAC di sektor industri lepas pantai.

1.2 Perumusan Masalah

Tugas akhir ini menghadirkan beberapa masalah, termasuk:

1. Bagaimana dampak penggunaan refrigeran R450A terhadap performa dan keandalan sistem pendingin HVAC di instalasi lepas pantai?
2. Bagaimana cara menentukan spesifikasi Refrigeran pada sistem HVAC yang ramah lingkungan pada Industri lepas pantai?
3. Bagaimana perbandingan tekanan kerja refrigeran R407C dan R450A dalam sistem *HVAC*.

1.3 Tujuan Penelitian

Tugas akhir ini bertujuan untuk mencapai tujuan penelitian berikut:

1. Menganalisis Dampak Penggunaan R450A Untuk mengevaluasi bagaimana penggunaan

refrigeran R450A mempengaruhi performa sistem pendingin di instalasi lepas pantai, termasuk efisiensi energi, kapasitas pendinginan, dan stabilitas operasional.

2. Mendapatkan spesifikasi refrigeran yang lebih ramah lingkungan pada sistem *HVAC*.
3. Mendapatkan perbandingan tekanan kerja refrigeran R407C dan R450A pada tekanan kerja masukan kompresor (*suction*) dan Tekanan keluaran kompresor (*discharge*) dalam sistem *HVAC*

1.4 Manfaat Penelitian

Beberapa manfaat yang diharapkan dari penulisan tugas akhir penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Diharapkan penelitian ini akan memberikan praktisi informasi tentang peningkatan efisiensi energi setelah penggunaan refrigeran R450A.yang dapat mengurangi biaya operasional dan konsumsi energi.
2. Dengan beralih ke R450A yang memiliki potensi pemanasan global (*GWP*) lebih rendah, penelitian ini dapat membantu Institusi dan industri mesin pendingin dalam mengurangi emisi gas rumah kaca, mendukung upaya keberlanjutan dan perlindungan lingkungan.
3. Skripsi ini dapat memberikan panduan bagi praktisi dan insinyur di industri lepas pantai mengenai proses retrofit, tantangan yang mungkin dihadapi, dan langkah-langkah,terutama pada tekanan kerja refrigeran yang dihasilkan pada sebuah sistem *HVAC*

1.5 Batasan Penelitian

Batasan masalah berikut diperlukan untuk melakukan penelitian ini:

1. Penelitian ini hanya akan membahas retrofit refrigeran dari R407C ke R450A pada mesin pendingin *HVAC* di instalasi lepas pantai, Data untuk penelitian ini diperoleh dari fasilitas instalasi lepas pantai tertentu dalam periode waktu tertentu, dari awal Bulan November 2024 tanpa memperluas ke lokasi lain dan tanpa mencakup sistem pendingin lainnya.

Tabel 1.1 Spesifikasi Kompresor

Detail Data Kompresor	Spesifikasi
Manufaktur-Model	Dorin Model HEX8001CC
Tipe Kompresor	Semi Hermetic-Reciprocating-8 Silinder
Voltase	380-420V/3ph/50Hz
Kapasitas Pendinginan	184,600 Kilo Watt
Mass Flow	4274,4 Kg/Jam
Total Heat Rejection	243,84 Kilo Watt
COP	3,11
Refrigeran	R407C Retrofit R450A

(Sumber informasi tabel dari data teknis Dorin Compressor mfg)

2. Fokus penelitian ini hanya akan membahas retrofit *refrigerant* dari R407C ke R450A pada mesin pendingin *HVAC* di instalasi lepas pantai untuk mendapatkan tekanan kerja *refrigerant* yang optimal.
3. Kinerja sistem analisis akan terbatas pada parameter kinerja seperti efisiensi energi, kapasitas pendinginan, tekanan kerja *refrigerant* dan stabilitas operasional sebelum dan sesudah retrofit.