

BAB I

PENDAHULUAN

Ilmu pengetahuan dan teknologi secara etis dimanfaatkan demi kelestarian alam sebagai prasyarat kelangsungan eksistensi manusia. Seperti pada penggunaan refrigeran untuk mesin pendingin yang berkontribusi pada kenyamanan dan pelestarian bahan makanan melalui pendinginan atau pembekuan tapi bisa mengancam lingkungan melalui penipisan ozon dan pemanasan global (Yusal, 2017). AC atau *Air Conditioner* merupakan mesin elektronik yang berfungsi untuk mengatur suhu, kelembaban, dan kualitas udara di dalam ruangan. Pada sistem AC (*Air Conditioner*) membutuhkan sebuah refrigeran yang merupakan zat kimia yang digunakan untuk memindahkan panas dari satu tempat ke tempat lain dalam sistem pendingin. Seiring perkembangan refrigeran memiliki berbagai macam jenis untuk memenuhi setiap kebutuhan sistem pendingin yang dibutuhkan, untuk memilih refrigeran yang baik tidak lah mudah, karena berbedanya jenis refrigeran menghasilkan kerja pendingin yang berbeda juga (Pratama *et al.*, 2021). Salah satu jenis refrigeran R-32, R-290, dan R-410a, produsen dan importir pendingin pendingin udara lebih memilih refrigeran seperti R-32 dan R-410a untuk diterapkan pada sistem pendingin udara dan diperdagangkan.

Refrigeran jenis R-410A merupakan salah satu refrigeran yang digunakan sebagai pengganti R-22 pada AC rumah. Menurut (R- *et al.*, 2021) Refrigeran jenis R-22 termasuk dalam kelompok (HCFC) *hidroklorofluorokarbon*, bahan tersebut dapat merusak lapisan ozon dan pemanasan global. Potensi perusak lapisan ozon atau ODP (*Ozone Depletion Potential*) memiliki angka sebesar 0,05, pemanasan

global atau GWP (*Global Warming Potential*) sebesar 1810. Pemerintah Indonesia menargetkan akan mengurangi emisi karbon hingga 20% sampai tahun 2020. Mengurangi emisi karbon berarti mengurangi konsumsi energi fosil dan melakukan efisiensi energi. Salah satu langkah yang sedang dilakukan pemerintah adalah meningkatkan penggunaan energi baru dan terbarukan sampai dengan 17% pada tahun 2025 (Perpres No 5 Tahun 2006) (Prayogi, and Sugiono, 2022)

Oleh karena itu, dalam bidang pengkondisian udara mulai diganti jenis HCFC (*hidroklorofluorokarbon*) R22 dengan refrigeran R-410A. Namun, R410A masih memiliki nilai GWP (*Global Warming Potential*) yang cukup tinggi yang akan berdampak buruk terhadap lingkungan. R410A juga menghadapi tantangan untuk dikurangi penggunaannya secara bertahap, di mana telah menjadi perhatian yang menarik bagi para peneliti untuk melakukan penelitian dalam mencari pengganti R410A (Fajar *et al.*, 2022).

R32 adalah refrigeran yang pada masa sekarang paling diminati dikarenakan R32 memiliki efisiensi yang baik dalam mentransferkan panas, maka dapat mengurangi konsumsi energi listrik hingga kurang lebih 10% dibandingkan dengan menggunakan refrigeran R-22. Dan memiliki nilai GWP (*Global Warming Potential*) sepertiga dari sesama refrigeran HFC yaitu R-410A (Pratama *et al.*, 2021). Kedua refrigeran jenis R-32 dan R-290 memiliki ODP (*Ozone Depletion Potential*) nol dan GWP (*Global Warming Potential*) yang cukup rendah, refrigeran R-32 memiliki nilai GWP (*Global Warming Potential*) sebesar 675, R-290 memiliki sebesar 3.3, untuk R-410A memiliki nilai paling tinggi yaitu sebesar 2088. Akan tetapi, refrigeran R-410 tidak mudah terbakar karena sifat nyala api yang rendah (Temaja, Ery Arsana and Ike Midiani, 2018). Kekurangan pada kedua refrigeran R-

32/R-290 memiliki sifatnya yang mudah terbakar (*flammable*) dibandingkan dengan jenis R-410A.

Oleh karena itu berdasarkan uraian tersebut, penilitan ini difokuskan pada campuran refrigeran R-32 dan R-290 sebagai pengganti R-410A.

1.1 Latar Belakang

Refrigeran merupakan zat yang digunakan pada sistem pendingin. Sistem pada AC yaitu menyerap dan melepaskan panas dalam siklus refrigerasi. Refrigeran dapat berupa gas atau cairan yang memiliki sifat termodinamika khusus agar dapat berfungsi secara efektif dalam proses pendinginan. Beberapa jenis refrigeran seperti, R-32, R-290, dan R-410A masing-masing memiliki karakteristik berbeda terkait efisiensi energi dan dampak lingkungan yang mempengaruhi efek refrigerasi dan *COP* yang dihasilkan (Purwanto and Ridhuan, 2014).

Refrigeran terdapat jenis zat tunggal dan campuran, jenis campuran terdapat *zeotropic* dan *azeotropic*. Refrigeran jenis R-410A merupakan refrigeran jenis campuran *azeotropic*. Campuran *azeotropic* merupakan campuran komponen kimia dengan komposisi identik pada fase *liquid* dan vapor dalam kesetimbangan. Hal ini disebabkan oleh interaksi molekul antara komponen kimia yang berbeda. Untuk menghindari terjadinya campuran *zeotropic* yang tinggi dan terjadinya kenaikan *temperature glide*. *Temperature glide* pada refrigeran, merupakan fenomena di mana refrigeran mengalami perubahan suhu selama proses penguapan atau kondensasi pada tekanan konstan. Hal ini terjadi karena refrigeran tersebut merupakan campuran dari dua atau lebih komponen yang memiliki titik didih yang berbeda.

Menurut (Widodo, 2024) campuran R-32/R290 untuk AC-split secara keseluruhan memberikan dampak positif pada kinerja sistem pendinginan, COP, efek pendinginan, dan kerja kompresi. Konsumsi rata-rata daya listrik yang digunakan pada AC-split untuk refrigeran campuran lebih rendah 12,9% dibandingkan dengan R410A hal ini disebabkan oleh massa jenis refrigeran campuran lebih rendah yang berdampak pada kerja kompresor lebih ringan dan arus listrik menjadi lebih rendah. Akan tetapi, masih ada beberapa kekurangan diantaranya temperatur pada evaporator lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan R410A. Oleh karena itu, harus lebih fokus pada penentuan jumlah komposisi campuran, dikarenakan proses percampuran R-32/R-290 cukup sulit untuk mendapatkan campuran yang azeotropik sehingga masih terdapat temperatur glide didaerah evaporator dan kondensor sehingga pencapaian temperatur yang tidak stabil yang mengakibatkan naik turunnya temperature.

Menurut (Tian, Cai, Ren, Tang, Xie, *et al.*, 2015) dikarenakan refrigeran R-410 memiliki *temperature glide* relatif kecil, oleh karena itu refrigeran tersebut termasuk kategori campuran *azeotropic*, campuran R-410A terdiri dari unsur percampuran R-32 (*difluorometana*) sebesar 50%, dan R-125 (*pentafluoroetana*) sebesar 50%. Oleh karena itu, pada jenis refrigeran campuran R-32/R-290 harus dipertimbangkan komposisinya, agar *temperature glide* yang dihasilkan mendekati campuran *azeotropic* R-410A. Dengan menggunakan bantuan *software refprop*, menghitung titik embun (*dew point*) dan suhu titik gelembung (*bubble point*) dari percampuran R32/290 untuk memperoleh *temperature glide* mendekati R-410A, maka dari itu, rasio perbandingan 68/32% berat dari masing masing refrigeran.

Menurut (Fajar *et al.*, 2022) hasil dan analisa memperlihatkan bahwa refrigeran campuran R-32/R-290 memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan R410A pada performa laju aliran massa, kerja kompresor, daya kompresor, efesiensi kompresor, efek refrigerasi, dan kapasitas refrigerasi. Namun, COP (*Coefficient of Perfomance*) dari sisi refrigeran R-410A lebih tinggi dibandingkan R-32/R-290. Performa refrigeran campuran R-290/R32 dengan variasi massa 47%, 50%, dan 53% pada kondisi suhu masuk evaporator 22°C dan 27°C serta suhu masuk kondensor 28°C dan 35°C masih belum cukup untuk menggantikan refrigeran R-410A.

Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut guna mengkaji performa refrigeran campuran R-32/R-290 dengan rasio percampuran 68/32% sebagai pengganti R-410A. Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh performa AC-split yang dibebani dengan kedua jenis refrigeran yaitu R-32/R-290 dengan R-410A.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian singkat dan latar belakang maka dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana kinerja pada AC (*Air Conditioner*) menggunakan R-32/R-290 dengan 4 variasi pengisian refrigeran 54%, 57%, 60%, 63%?
2. Manakah variasi pengisian terbaik pada campuran R-32/R-290?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penulisan Proyek Akhir ini, penulis menentukan Batasan masalah sebagai berikut :

1. Pengujian dilakukan dengan AC Split R-410A merk Haier HSU-05GTO03, dengan kapasitas pendingin 5000 Btuh di Lab. Konversi Energi, Training Center, Universitas Diponegoro.
2. Pengisian untuk R-410A menggunakan 340gram (100%), berdasarkan *nameplate* AC pengujian.
3. Variasi jumlah massa refrigeran campuran R-32/R-290 yaitu 54%(184gram), 57%(193,80gram), 60%(204gram) ,dan 63%(214,20gram).
4. Variasi komposisi campuran R-32/R-290 menggunakan 68%/32%, berdasarkan jurnal (Tian, Cai, Ren, Tang, Xie, *et al.*, 2015) komposisi tersebut menunjukkan karakteristik mendekati R-410A.
5. Pengujian dilakukan dengan suhu udara masuk evaporator 27°C menggunakan AC *Split* tambahan, dan suhu udara masuk kondensor 35°C menggunakan *heater*.
6. Pengambilan data dilakukan selama 20 menit dengan interval 2 menit, setelah keadaan AC menyala 1 jam, dan suhu udara masuk evaporator kondensor yang telah ditentukan.
7. Menghitung nilai performa berdasarkan 9 parameter yaitu, temperatur evaporator, kapasitas pendinginan, COP, daya kompresor, temperatur kompresor, *Superheating*, *Subcooling*, efek refrigerasi, dan kerja kompresor.

8. Perhitungan nilai *enthalpy* masing - masing pengujian refrigeran menggunakan aplikasi REFPROP *Software REFPROP (Reference Fluid Properties)* versi 9.0.
9. Optimasi refrigeran campuran R-32/R-290 berdasarkan 9 parameter, bobot dan kriteria (*cost&benefit*), dengan metode *multi-criteria decision making* (MCDM), yaitu *weight product* (WP).

1.4 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Menganalisis performa sistem refrigerasi dengan menggunakan campuran refrigeran R32/R290 68/32% dengan 4 variasi pengisian.
2. Mengurangi penggunaan jenis refrigeran yang memiliki dampak tinggi terhadap pemanasan global.

1.5 Luaran

Luaran yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Laporan Proyek Akhir.
2. Data eksperimental refrigeran R-410A, dan campuran R-32/R-290 dengan variasi pengisian (54%,57%,60%,63%).
3. Publikasi jurnal internasional.

1.6 Sistematika Penulisan Laporan

Dalam menulis laporan Proyek Akhir ini, agar dalam pembahasan terfokus pada pokok permasalahan dan tidak melebar ke permasalahan yang lain, maka penulis membuat sistematika penulisan laporan akhir sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini penulis membahas tentang Latar Belakang, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, dan Tujuan, dalam penulisan proyek akhir.

BAB II DASAR TEORI

Bab ini menguraikan teori sistem refrigasi, refrigeran, karakteristik campuran R-32/R-290 dan R-410A perbandingan sifat dasar, tingkat keamanan, dan perhitungan dalam sistem refrigasi.

BAB III METODOLOGI

Bab ini berisi tentang diagram alir Proyek Akhir, proses proyek akhir eksperimental campuran kedua refrigeran R-32/R-290 sebagai pengganti R410A.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini penulis membahas hasil eksperimental performa pada perbandingan campuran kedua refrigeran campuran R-32/R-290 dan R410A.

BAB V KESIMPULAN

Dalam bab ini penulis menyimpulkan hasil dari eksperimental performa refrigeran jenis campuran R-32/R-290 dan R-410A.