

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Sistem pengkondisian udara atau biasa disebut dengan sistem AC adalah sistem yang digunakan untuk mendinginkan atau menurunkan temperatur di dalam ruang dengan menghilangkan panas dan kelembaban yang ada dari ruangan. Pada dasarnya, sistem AC bekerja dengan cara mengambil udara hangat ke dalam sistem dan menyebarkan udara dingin pada sistem ini.

Refrigerasi merupakan sistem termodinamika yang melibatkan transfer energi berupa sejumlah panas yang diserap sistem dan dilepas oleh sistem ke lingkungan. Perbedaan temperatur antara sistem dan lingkungan menyebabkan terjadinya proses perpindahan panas serta merupakan sumber utama terjadinya irreversibilitas pada siklus tersebut yang berdampak pada penurunan kinerja system (S. K. Wang, 2000).

Dalam berbagai sistem refrigerasi atau pendingin tujuan yang ingin dicapai pada sistem ini adalah mempertahankan temperatur agar suatu ruang tetap dingin dengan mengeluarkan energi sebagai panas secara berkesinambungan dari ruang tersebut. Kebanyakan sistem tersebut melibatkan suatu fluida kerja yang disirkulasikan melalui sistem dalam suatu daur atau siklus yang biasa disebut sebagai refrigeran

Refrigeran adalah zat yang digunakan sebagai fluida kerja dalam mesin sistem pendingin yang bekerja dalam proses penyerapan panas. Ada beberapa jenis refrigeran yang sudah dikembangkan mulai dari yang tidak mudah terbakar namun mempunyai nilai GWP (*Global Warming Potential*) dan ODP (*Ozon Depleting Potential*) yang tinggi dan sebaliknya ada yang mudah terbakar namun mempunyai nilai GWP dan ODP yang rendah. Refrigeran ini merupakan fluida yang berfungsi untuk menyerap kalor pada lingkungan yang di kondisikan dengan proses evaporasi dan melepaskan kalor ke lingkungan luar dengan proses kondensasi (W. Widodo et. al., 2021).

Sejalan dengan dengan diberlakukannya kebijakan larangan penggunaan R22 sejak tahun 2015 terkait dampak perusakannya pada lapisan ozon (BPO), di pasaran telah beredar AC jenis split yang menggunakan refrigerant R410a yang kemudian diikuti dengan hadirnya AC yang menggunakan R32 yang mana di dalam aplikasinya jenis AC split standar dengan R410a dan R32 tersebut konsumsi listriknya dianggap pmasih terlalu besar. Sehingga dalam rangka mensiasati hal tersebut, para teknisi/praktisi dan konsumen memilih untuk melakukan retrofitting menggunakan refrigeran hidrokarbon dengan mengacu pada pengalaman keberhasilan penggunaan MC22 yang sudah terbukti dan teruji bisa digunakan untuk mensubtitusi refrigeran pada AC split jenis R22 dan memberikan kinerja pendinginan serta penghematan energi listrik menjadi baik. Hal lain yang dijumpai banyak para teknisi dan praktisi masih kurang mengetahui bahwa ada perbedaan karakteristik teknis yang signifikan antara R22 dengan R410a, sehingga bila dalam perlakuan retrofit R1270 (Breezon MC32) pada AC split R32 dan R410a diperlakukan sama dengan seperti rertofit Musicool MC22 pada AC R22 maka dipastikan kurang atau bahkan tidak berhasil (pertamina musicool, 2023).

Proses termodinamika *reversible* adalah proses yang dapat berbalik ke keadaan semula tanpa merubah sedikitpun kondisi lingkungan. Sehingga sistem dan lingkungannya dapat kembali ke keadaan awalnya pada akhir dari proses balik. Jika ini terjadi maka pertukaran panas bersih dan kerja bersih antara sistem dengan lingkungannya dapat dikatakan tidak ada (nol).

Semua proses nyata adalah tidak mampu balik (*irreversible*). Beberapa faktor yang menyebabkan ketidakmampu-balikan pada siklus pendingin kompresi uap adalah gesekan dan perpindahan panas melalui perbedaan suhu batas pada evaporator, kompresor kondensor dan pipa-pipa refrigeran, kondisi *subcooling* agar seluruh refrigeran berada pada kondisi cair pada saat memasuki katup ekspansi, dan *superheating* agar seluruh refrigeran berada pada kondisi uap sebelum memasuki kompresor, dan input panas pada pipa-pipa saluran refrigerant (ASHRAE, 2018).

Tujuan dari studi *experimental* ini adalah untuk memberikan gambaran kinerja energi dari perbandingan refrigeran (R32 dan R410a terhadap R1270)

sehingga dapat diketahui kemampuan R1270 sebagai refrigeran pengganti R32 dan R410a.

Analisis yang akan dilakukan di dalam penelitian ini adalah mengevaluasi perbandingan kinerja energi dan konsumsi energi dengan analisis energi dan efisiensi energi menggunakan standar VDMA 24247-2 pada peralatan sistem AC split inverter. Adapun peralatan AC split inverter yang akan diteliti memiliki kapasitas pendinginan sebagai berikut:

- Untuk refrigeran R32, memiliki kapasitas pendinginan sebesar 2638 Watt_{th} (1 pk) menggunakan refrigeran R32 yang disetting dengan temperatur 16°C dan 27°C pada kondisi pembebanan dan tanpa pembebanan.
- Untuk refrigeran R410a, memiliki kapasitas pendinginan sebesar 3516 Watt_{th} (1,5 pk) menggunakan refrigeran R410a yang disetting dengan temperatur 18°C dan 27°C pada kondisi pembebanan dan tanpa pembebanan.

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan perbandingan unjuk kerja refrigeran pada kondisi pembebanan (*heater* 2000 Watt) dan tanpa pembebanan yang mana refrigeran tersebut akan dibandingkan dengan unjuk kerja refrigeran R1270 dengan beberapa permasalahan yang akan dikaji di dalam penelitian ini, antara lain:

- 1) Bagaimana nilai pembebanan listrik pada kondisi yang telah ditentukan pada masing-masing refrigeran?
- 2) Bagaimana unjuk kerja sistem refrigerasi pada masing-masing refrigeran dalam keadaan *steady-state*?
- 3) Apakah refrigeran R1270 memberikan kenaikan efisiensi sistem refrigerasi?
- 4) Bagaimana perbandingan refrigeran R32, R410a terhadap R1270 dilihat dari nilai *subcooling* dan *superheat* pada sistem?
- 5) Bagaimana pengaruh perbandingan refrigeran R32, R410a terhadap R1270 dilihat dari nilai efisiensi energi?

- 6) Apakah refrigeran R1270 dapat digunakan sebagai pengganti R32 dan R410a?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan cara pengujian sistem AC jenis split dengan teknologi inverter yang mana bertujuan untuk:

- 1) Menganalisis nilai perbandingan pembebanan dan kualitas listrik AC inverter pada refrigeran yang berbeda.
- 2) Menganalisis nilai efisiensi sistem refrigerasi dari perbandingan penggunaan refrigeran.
- 3) Menganalisis nilai *subcooling* dan *superheat* dari perbandingan refrigeran terhadap unjuk kerja pada sistem AC.
- 4) Menganalisis mengenai kemampuan refrigeran R1270 sebagai refrigeran pengganti R32 dan R410a.

1.4 MANFAAT PENELITIAN

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat, antara lain:

- 1) Memberikan informasi tentang pengaruh refrigeran R1270 yang baik digunakan sebagai pengganti R32 dan R410a.
- 2) Mendapatkan informasi tentang retrofit jenis refrigeran pada sistem AC split inverter.
- 3) Dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dan masukan bagi peningkatan kinerja energi pada sebuah mesin pendingin.
- 4) Sebagai bahan acuan untuk mengembangkan teknologi di bidang refrigeran pada sistem AC split menggunakan inverter.
- 5) Memberikan gambaran kemampuan refrigeran R1270 sebagai refrigeran pengganti R32 dan R410a secara detail.

1.5 ORIGINALITAS PENELITIAN

Berdasarkan penelitian sebelumnya mengenai sistem refrigerasi, maka diperoleh gambaran penelitiannya adalah sebagai berikut.

Tabel 1.1. Penelitian sebelumnya

No.	Peneliti (tahun)	Judul Penelitian	Metodologi Penelitian	GAP Analisis
1.	K. Sumardi, N. Nahadi and M. Mutaufiq (2020)	<i>Experimental study of hydrocarbon refrigerant (R-1270) to relace R-32 in residential air conditioning system</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penelitian menggunakan AC split 1 PK dengan refrigeran R32 dan R1270 2. Parameter pengujian yang terukur adalah: suhu udara masuk evaporator (°C), suhu udara keluar evaporator (°C), suhu udara keluar kondensor (°C), suhu udara luar (°C), arus listrik pada kompresor (ampere), tegangan listrik pada kompresor (volt), masa zat pendingin digunakan pada masing-masing tekanan (gram) dan jumlah total refrigeran yang digunakan (gram). 3. Pengujian ini dilakukan dengan variasi tekanan hisap (40, 60, 80, 100, 120, 140 Psig) 4. Parameter analisis energi adalah nilai koefisien kinerja (CoP), rasio efisiensi energi (BTU/h-W), dan variasi temperatur pada setiap hisapan 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tidak mengevaluasi temperatur sub-cooling dan superheating 2. Tidak ada setting temperatur AC 3. Tidak melakukan evaluasi efek refrigerasi, efisiensi isentropik kompresor, dan efisiensi refrigerasi 4. Tidak mengevaluasi nilai efisiensi menggunakan standar VDMA 24247-2

No.	Peneliti (tahun)	Judul Penelitian	Metodologi Penelitian	GAP Analisis
2.	W. Widodo, BFT Kiono, SH Winoto and MSKTS Utomo, (2020)	<i>A simulation of R32 refrigerant mixing with 1270 to reduce GWP R410A on wall mounted air conditioning</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengujian performa refrigeran menggunakan R32, R1270, dan R410a sebagai pembanding. 2. Analisis menggunakan software RefProp. 3. Melakukan formulasi campuran R32:R1270. Variasi komposisi campuran terdiri dari 5 variasi yaitu: 50:50, 40:60, 30:70, 20:80, dan 10:90. 4. Setiap refrigeran dianalisis oleh perangkat lunak untuk mencari data dan sifat-sifatnya meliputi suhu, tekanan, entalpi, entropi, dan kerapatan. 5. Membandingkan tekanan saturasi dengan suhu jenuh untuk dibandingkan dengan R410a. 6. Menganalisis kinerja sistem refrigerasi, yang meliputi: efek pendinginan, kerja kompresi, COP, panas yang dikeluarkan oleh kondensor, kompresi perbandingan. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tidak mengevaluasi temperatur sub-cooling dan superheating 2. Tidak ada setting temperatur AC 3. Tidak mengevaluasi nilai efisiensi menggunakan standar VDMA 24247-2
3.	Widodo, Fatkur Rachmanu, and Ade Irvan Tauvana (2019)	<i>Analysis of Savings on Electricity Consumption in Room Air Conditioning by Using R1270 (Propylene) Refrigerant Instead of R32 capacity of 13,000 Btuh</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengujian performa refrigeran menggunakan R32, R1270, 2. Analisis menggunakan software "Mollier Chart" 3. Menganalisis kinerja sistem refrigerasi, yang meliputi: kerja kompresi, efek refrigerasi, dan COP. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tidak mengevaluasi Temperatur sub-cooling dan superheating 2. Tidak ada setting temperatur AC 3. Tidak melakukan evaluasi efisiensi isentropik kompresor, dan efisiensi refrigerasi 4. Tidak mengevaluasi nilai efisiensi menggunakan standar VDMA 24247-2