

PENGARUH TEMPERATUR LINGKUNGAN TERHADAP KINERJA AC SPLIT 1 PK DENGAN REFRIGERANT R32 DAN BREZON

Muhammad Edi Pujiyanto^{1*}, Selamat Saefudin¹, Purnomo¹, Muhammad Ragil Febryan¹, Rizka Noor Miftakhul Ulum²

¹ Mechanical Engineering, Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang, 50273, Indonesia

² Politeknik Maritim Negeri Indonesia, 50552

email: edipujiyanto@unimus.ac.id.

Abstrak

Air Conditioner/AC merupakan salah satu peralatan yang paling banyak digunakan di negara beriklim tropis seperti Indonesia. Namun, konsumsi energi yang tinggi serta penggunaan refrigeran dengan nilai Global Warming Potential (GWP) besar menjadi masalah utama dalam keberlanjutan energi dan lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan kinerja termodinamika dua jenis refrigeran, yaitu R-32 dan Breezon MC32 (R-1270), pada sistem pendingin berbasis siklus kompresi uap. Uji kinerja dilakukan dengan variasi temperatur lingkungan (28 °C, 31 °C, dan 34 °C) serta beban evaporator (19 °C, 22 °C, 25 °C, 28 °C). Parameter utama yang dianalisis meliputi konsumsi daya, kerja kompresi, laju aliran massa, daya kompresor, kalor yang dilepas, efek refrigerasi, kapasitas pendinginan, dan Coefficient of Performance (COP). Hasil menunjukkan bahwa Breezon MC32 dengan massa pengisian 90% memiliki COP lebih tinggi dan konsumsi daya lebih rendah dibandingkan R-32 dengan pengisian 100%, khususnya pada kondisi temperatur lingkungan tinggi. Hal ini membuktikan potensi Breezon MC32 sebagai refrigeran alternatif yang lebih ramah lingkungan dan efisien energi.

Kata kunci: kapasitas pendingin, konsumsi daya, cop, R-32, brezon

Pendahuluan

Mesin pendingin adalah salah satu komponen penting yang berperan dalam menciptakan kenyamanan, baik pada bangunan maupun kendaraan. Air conditioner berfungsi menurunkan suhu ruangan sehingga terasa sejuk dan nyaman, terutama saat cuaca sedang panas dan terik (Firdaus, 2010). Namun, konsumsi energi yang tinggi serta penggunaan refrigeran dengan nilai Global Warming Potential (GWP) besar menjadi masalah utama dalam keberlanjutan energi dan lingkungan (Prayogi & sugiono 2022).

Penggunaan refrigeran konvensional seperti CFC (*Chlorofluorocarbon*) dan HCFC (*Hydrochlorofluorocarbon*) telah diketahui memberikan dampak negatif terhadap lingkungan, khususnya dalam hal perusakan ozon dan kontribusi terhadap pemanasan global (Purnomo & Setiyo, 2017).

Refrigeran R-32 (difluorometana) banyak digunakan karena memiliki Ozone Depletion Potential (ODP) = 0 dan GWP lebih rendah dibandingkan refrigeran generasi sebelumnya. Namun, nilai GWP sebesar 675 masih tergolong tinggi. Alternatifnya adalah Breezon MC32 (R-1270) berbahan dasar propilena, dengan ODP = 0 dan GWP = 2, serta massa pengisian lebih rendah (Edi Pujiyanto et al., 2024).

Perkembangan teknologi sistem pendingin (refrigerasi) telah menjadi aspek penting dalam kehidupan modern, terutama dalam bidang pendinginan industri, transportasi, dan kenyamanan ruang. Saat disetting pada suhu 22°C–25°C, pengguna merasa nyaman, tidak terlalu dingin, dan suhu bisa tercapai dalam 1 jam (Azteria., 2021) serta kondisi temperatur lingkungan pada negara beriklim tropis seperti negara Indonesia dengan rentang rata-rata tahunan terkhususnya di kota Semarang temperatur berkisar 28°C–33°C (Supranoto, 2023).

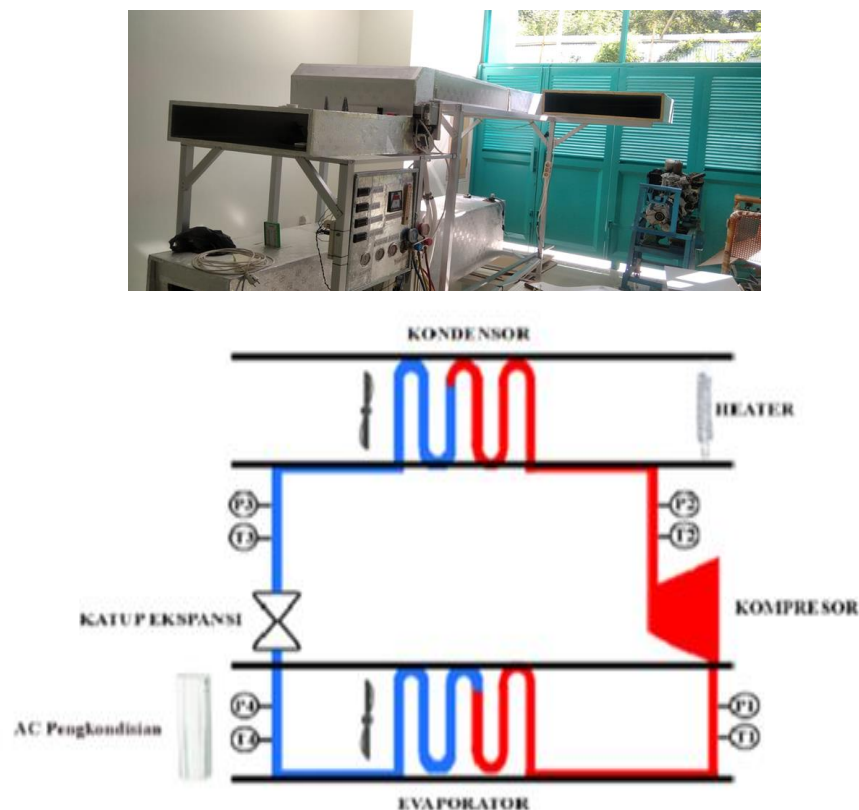
Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan performa kedua refrigeran tersebut pada sistem AC split, dengan fokus pada konsumsi daya, COP, dan kapasitas pendinginan, sehingga dapat diketahui kelayakan Breezon MC32 sebagai pengganti refrigeran R-32.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kinerja sistem pendingin secara menyeluruh, meliputi analisis kapasitas pendingin guna mengetahui kemampuan sistem dalam menghasilkan efek pendinginan sesuai dengan beban termal yang diberikan, pengukuran konsumsi daya alat untuk mengevaluasi jumlah energi listrik yang digunakan selama proses pendinginan, serta penentuan koefisien performa (COP) sebagai indikator efisiensi sistem dengan membandingkan antara kapasitas pendinginan yang dihasilkan dan energi listrik yang dikonsumsi.

METODOLOGI

Penelitian dilakukan secara eksperimental di Laboratorium Prestasi Mesin Universitas Muhammadiyah Semarang menggunakan AC split kapasitas 1 PK Gambar 1. Alat uji.

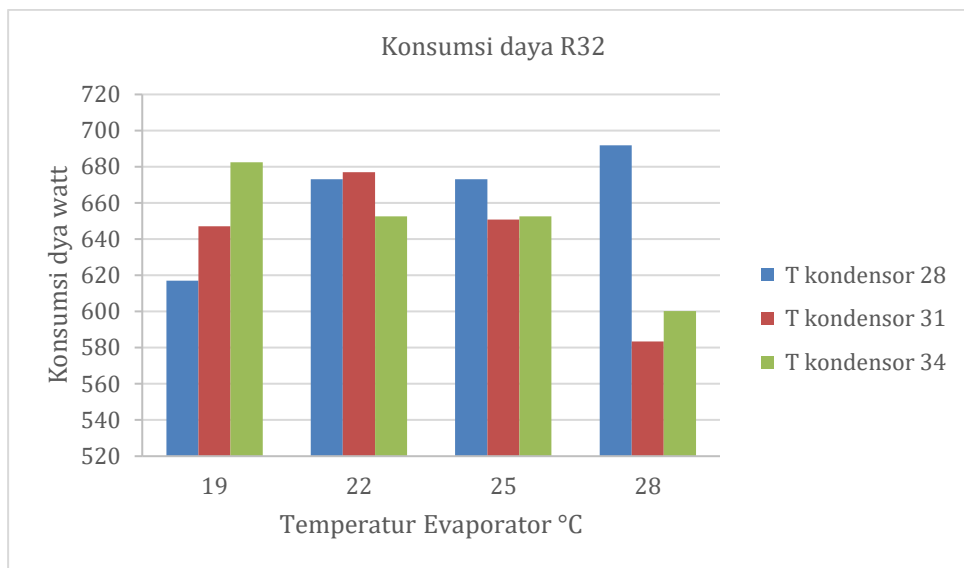
- Objek penelitian:
 - AC Split Sharp 1 PK (refrigeran R-32, massa 420 g).
 - Breezon MC32 (R-1270) dengan massa pengisian 90% (205,41 g).
- Variasi pengujian:
 - Temperatur kondensor: 28 °C, 31 °C, dan 34 °C.
 - Temperatur evaporator: 19 °C, 22 °C, 25 °C, dan 28 °C.
- Instrumen pengukuran: Termometer digital, *pressure gauge*, *amperemeter* digital, timbangan digital, dan data logger.
- Parameter yang dianalisis: Konsumsi daya, kerja kompresi, laju aliran massa, daya kompresor, kalor dilepas, efek refrigerasi, kapasitas pendinginan, serta COP.



Gambar 1. Alat uji

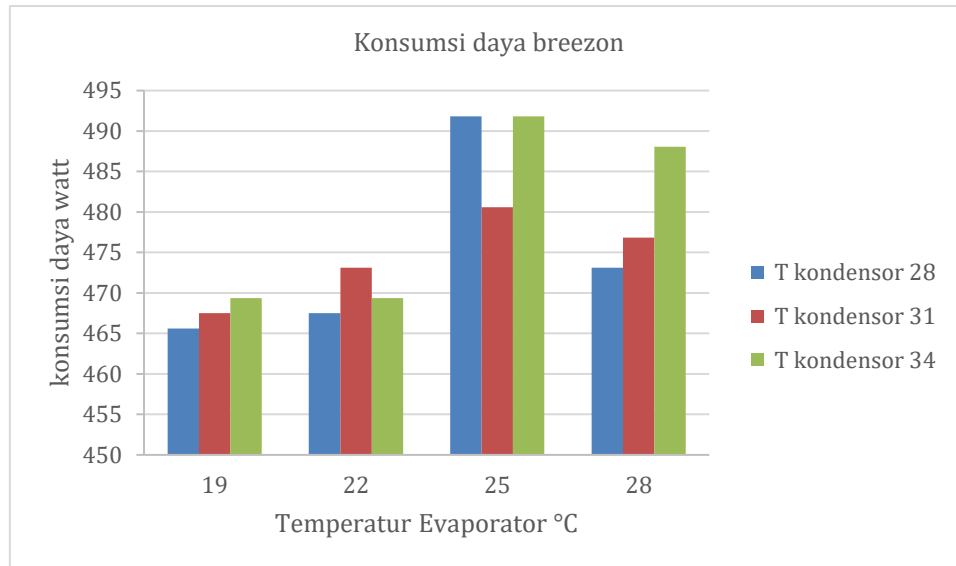
Hasil dan Pembahasan

Hasil eksperimen menunjukkan perbedaan signifikan antara kedua refrigeran: Pada hasil pengujian, konsumsi daya Gambar.2 Grafik menunjukkan bahwa konsumsi daya refrigeran R-32 dipengaruhi oleh kombinasi temperatur kondensor dan evaporator. Pada kondisi evaporator rendah, seperti 19 °C, konsumsi daya meningkat seiring dengan kenaikan temperatur kondensor, dari 617 W pada 28 °C menjadi 682 W pada 34 °C. Hal ini terjadi karena kenaikan temperatur kondensor menyebabkan tekanan kondensasi bertambah sehingga kompresor harus bekerja lebih keras. Sebaliknya, pada temperatur evaporator tinggi, konsumsi daya justru menurun. Misalnya, pada evaporator 28 °C dengan temperatur kondensor 34 °C, konsumsi daya hanya 600 W, lebih rendah dibandingkan pada evaporator 19 °C. Fenomena ini menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur evaporator, perbedaan tekanan dalam sistem berkurang sehingga beban kerja kompresor lebih ringan. Dengan demikian, konsumsi daya pada sistem AC berbasis R-32 sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, khususnya variasi temperatur kondensor dan evaporator



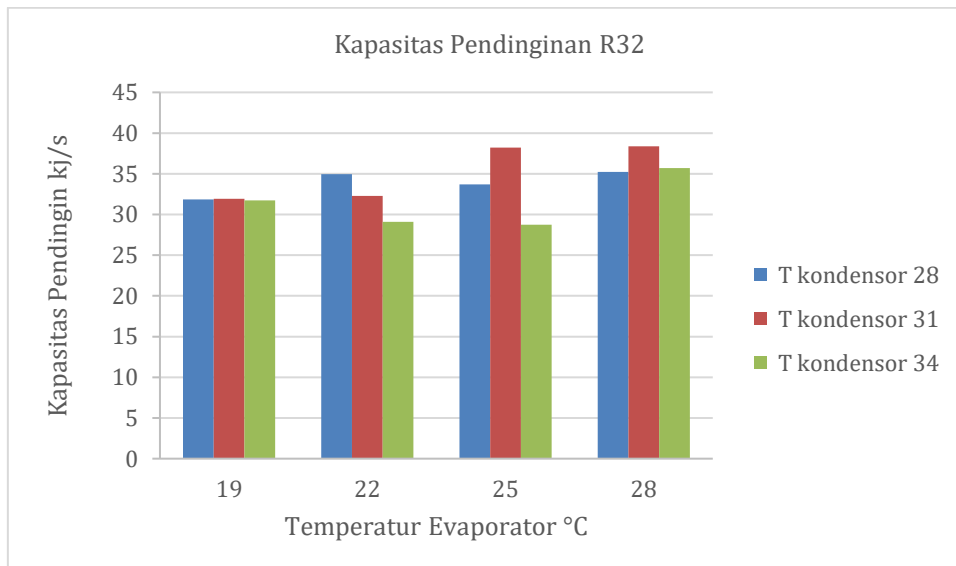
Gambar 2. konsumsi daya Refrigeran R-32.

Grafik konsumsi daya Breezon Gambar 3. menunjukkan bahwa peningkatan temperatur evaporator dan kondensor berpengaruh langsung terhadap kebutuhan daya listrik. Pada temperatur evaporator rendah (19°C), konsumsi daya masih relatif kecil berkisar 465–469 W, namun ketika temperatur evaporator naik hingga 25°C, daya yang dibutuhkan meningkat tajam mencapai sekitar 491 W, terutama pada kondisi temperatur kondensor 28°C dan 34°C. Hal ini disebabkan karena kenaikan temperatur evaporator menaikkan tekanan hisap kompresor, sedangkan kenaikan temperatur kondensor meningkatkan tekanan buang, sehingga beban kerja kompresor bertambah. Pada T Evap 28°C, konsumsi daya sedikit menurun dibanding T Evap 25°C, namun tetap lebih tinggi dibanding kondisi awal. Secara keseluruhan, semakin tinggi temperatur lingkungan yang memengaruhi sisi evaporator maupun kondensor, konsumsi daya kompresor cenderung meningkat, sehingga efisiensi sistem pendingin menurun



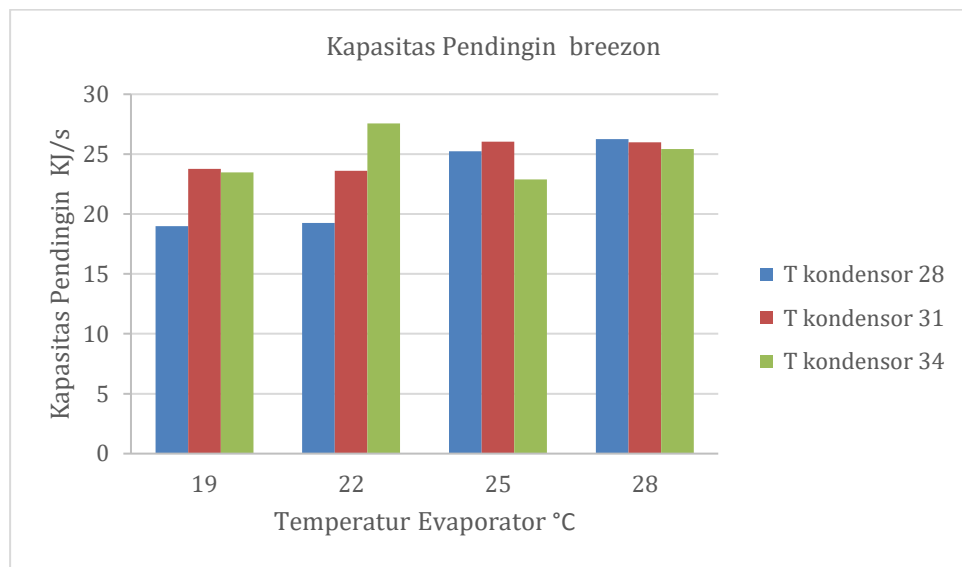
Gambar 3. konsumsi daya Refrigeran Breezon

Grafik kapasitas pendinginan R32 Gambar 4. Menunjukkan bahwa kenaikan temperatur evaporator memberikan peningkatan kapasitas pendinginan, sedangkan kenaikan temperatur kondensor cenderung menurunkannya. Dari data yang ditampilkan, nilai tertinggi diperoleh pada kondisi T Evap 28°C dan T kond 31°C dengan kapasitas 38,39 kJ/s, yang dapat diklasifikasikan sebagai kondisi terbaik karena menunjukkan kinerja pendinginan paling optimal dibandingkan kombinasi temperatur lainnya. Hal ini menegaskan bahwa sistem pendingin berbasis R32 akan bekerja lebih efisien pada saat evaporator berada pada temperatur yang lebih tinggi dan kondensor berada pada temperatur sedang, sehingga konsumsi energi dapat lebih efektif dengan tetap menghasilkan kapasitas pendinginan maksimum



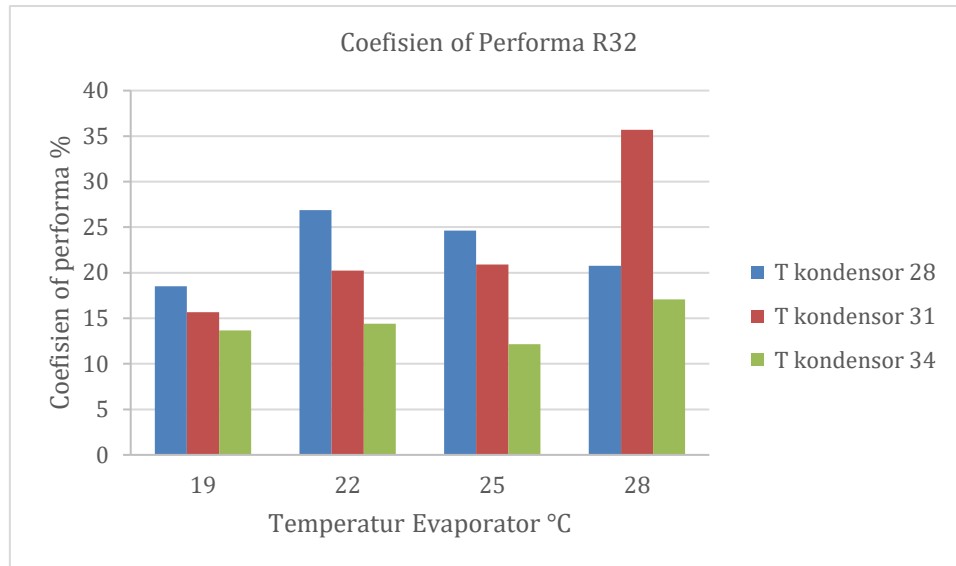
Gambar 4. kapasitas pendingin Refrigeran R-32.

Grafik menunjukkan bahwa Gambar 5. kapasitas pendingin refrigeran Breezon dipengaruhi oleh variasi temperatur evaporator dan temperatur kondensor. Secara umum, kapasitas pendinginan meningkat seiring kenaikan temperatur evaporator dari 19°C hingga 28°C. Pada temperatur evaporator rendah (19–22°C), kenaikan temperatur kondensor dari 28°C ke 34°C justru meningkatkan kapasitas pendinginan, dengan nilai tertinggi dicapai pada kombinasi T Evap 22 dan T kond 34 sebesar 27,55 kJ/s. Namun, pada temperatur evaporator yang lebih tinggi (25–28°C), pengaruh temperatur kondensor menjadi lebih kecil dan cenderung mendatar, bahkan sedikit menurun pada T kond 34 dibandingkan T kond 28–31. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh temperatur kondensor lebih dominan pada saat temperatur evaporator rendah, sedangkan pada temperatur evaporator tinggi, kapasitas pendinginan lebih stabil dan tidak terlalu dipengaruhi oleh temperatur kondensor



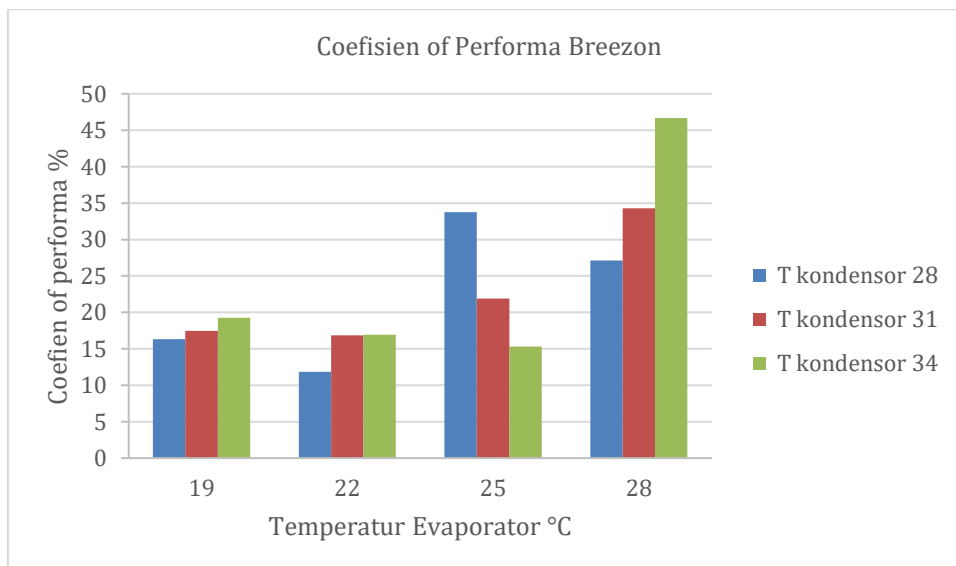
Gambar 5. kapasitas pendingin Refrigeran Breezon.

Grafik koefisien performa (COP) Gambar 6. refrigerant R32 menunjukkan bahwa kenaikan temperatur evaporator (T Evap) umumnya meningkatkan nilai COP, namun pengaruh temperatur kondensor (T kond) sangat menentukan efisiensi akhir. Nilai tertinggi terdapat pada kombinasi T Evap 28 dan T kond 31 dengan COP sebesar 35,68%, menandakan sistem bekerja paling efisien karena perbedaan temperatur berada pada titik optimal sehingga kerja kompresor lebih ringan. Sebaliknya, nilai COP terendah terjadi pada T Evap 25 dan T kond 34 dengan hanya 12,15%, yang menunjukkan performa terendah akibat beban kompresor yang tinggi karena temperatur kondensor terlalu panas. Hal ini membuktikan bahwa pengaturan temperatur lingkungan, khususnya menjaga T kond pada level sedang, sangat penting untuk memaksimalkan efisiensi sistem pendingin berbasis refrigerant R32



Gambar 6. Coefisien of performa Refrigeran R-32.

Grafik koefisien performa (COP) Gambar 7 refrigerant Breezon menunjukkan bahwa kenaikan temperatur evaporator (T_{Evap}) secara umum meningkatkan nilai COP, sedangkan temperatur kondensor (T_{kond}) memberikan pengaruh berbeda tergantung kondisi kerja. Nilai terbaik diperoleh pada kombinasi T_{Evap} 28 dan T_{kond} 34 dengan COP 46,66%, menandakan sistem bekerja paling efisien pada kondisi tersebut karena perbedaan temperatur antara evaporator dan kondensor berada pada titik optimum sehingga beban kerja kompresor lebih ringan. Sebaliknya, COP terendah terjadi pada T_{Evap} 22 dan T_{kond} 28 dengan nilai hanya 11,84%, yang menunjukkan efisiensi terendah akibat perbedaan temperatur yang terlalu besar sehingga konsumsi energi meningkat. Hal ini membuktikan bahwa temperatur lingkungan yang mempengaruhi T_{kond} sangat berperan terhadap kinerja sistem pendingin, dan pengaturan temperatur kerja yang tepat dapat meningkatkan efisiensi energi secara signifikan.



Gambar 7. Coefisien of performa Refrigeran Breezon.

KESIMPULAN

Kapasitas pendingin meningkat seiring kenaikan temperatur evaporator, dengan nilai tertinggi pada kombinasi T Evap 28°C dan T kond 31°C yang menunjukkan kinerja pendinginan paling optimal. Konsumsi daya cenderung naik pada temperatur kondensor tinggi, namun Breezon MC32 menunjukkan kebutuhan daya lebih rendah dibanding R-32 sehingga lebih hemat energi. Koefisien performa (COP) Breezon MC32 juga lebih tinggi hingga 9% pada temperatur lingkungan tinggi, menandakan sistem bekerja lebih efisien dan ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Firdaus, A. (2010). *Analisa Pengaruh Penggunaan Refrigeran Hidrokarbon Musicool-22 Pengganti Freon-22 Terhadap Kinerja Alat Air Conditioning*.
- Prayogi U & sugiono R (2022). Analisis Global Warming Potential (Gwp) Dan Ozone Depletion Potential (Odp), Pada Refrigeran R32, R290, R407c, R410a, Sebagai Pengganti R22
- Purnomo, B. C., & Setiyo, M. (2017). Karakteristik Sistem Refrigerasi Kompresi Uap Dengan Refrigerant Campuran Musicool 134 - Co2. *Jurnal Teknologi*, 9(2), 57. <https://doi.org/10.24853/jurtek.9.2.57-64>
- Edi Pujiyanto, M., Subri, M., Hasan Sahlil, M., & Kedungmundu Raya No, J. (2024). Sistem Air Conditioning (Ac) Split 1 Pk. In *Journal of Industrial and Mechanical Engineering*
- Supranoto. (2023). *Analisis Heat Stress Di Kota Semarang Menggunakan Metode Temperature Humidity Index (Thi)*.
- Azteria, Veza. "Analisis Pengaruh Suhu Air Conditioner Terhadap Kesehatan Pegawai Di Kantor Arsip Dan Perpustakaan Kota X Analysis of The Effect of Air Conditioner Temperature on The Health of Employees in The Archives Office and." *Journal of Natural Sciences* 2.3 (2021): 103-110.