

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan bertambahnya populasi penduduk, jumlah rumah, dan gedung serta meningkatnya berbagai macam aktivitas industri dan ekonomi di suatu tempat atau wilayah maka kebutuhan akan udara bersih juga mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Oleh karena itu, pengkondisian udara adalah kebutuhan vital di wilayah beriklim panas. *Air Conditioner* (AC) adalah sistem pengkondisian udara yang sangat populer dimana AC terdiri dari unit indoor dan unit outdoor yang ringkas dan tidak membutuhkan banyak tempat (Lamawuran dkk, 2024).

Prinsip termodinamika AC berasal dari siklus refrigerasi kompresi uap, dimana uap refrigeran dikompresi dalam kompresor kemudian diembunkan menjadi cairan di dalam kondensor. Setelah itu, tekanan cairan refrigeran diturunkan di dalam alat ekspansi, sehingga refrigeran dalam bentuk cair dapat menguap di dalam evaporator sebagai akibat dari penyerapan kalor dari ruangan yang didinginkan (Lamawuran dkk, 2024).

Tujuan utama sistem pengkondisian udara adalah untuk menjaga keadaan udara agar tetap nyaman. Temperatur ruangan merupakan salah satu kriteria dalam mencapai kenyamanan termal. Kemampuan mesin pendingin dalam memindahkan kalor disebut kapasitas pendinginan. Mesin pendingin yang memiliki kapasitas pendinginan yang besar berbanding lurus dengan pemindahan kalor yang banyak dalam suatu ruangan. Salah satu cara untuk meningkatkan kapasitas pendinginan adalah memvariasikan beban pendinginan.

Beban pendinginan adalah jumlah panas yang dipindahkan oleh sistem pengkondisian udara per satuan waktu. Beban pendinginan meliputi panas lingkungan dan panas tambahan dari penerangan, elektronik, dan makhluk hidup.

Beban pendinginan akan mempengaruhi kinerja AC secara langsung. Pengkajian pengaruh variasi beban pendinginan terhadap *Coefficient of Performance* (COP) sangat penting dilakukan karena mesin pendingin yang memiliki COP tinggi yaitu mempunyai kapasitas pendinginan yang besar namun menggunakan daya kompresor yang kecil (Anwar, 2010).

Kebutuhan akan berbagai peralatan mesin pendingin memerlukan alat uji yang berfungsi dalam memudahkan menampilkan data hasil pengujian dalam bentuk angka yang berpengaruh terhadap temperatur, tekanan, dan laju aliran fluida dalam mesin pendingin sebagai salah satu variabel kondisi AC pada tingkat aman dan normal dalam suatu ruangan yang dipantau dengan alat uji mesin pendingin. Berdasarkan uraian tersebut, maka perlu dianalisis beberapa variabel yang berpengaruh pada kinerja mesin pendingin diantaranya perhitungan laju pendinginan, daya kerja kompresor, dan COP untuk pengujian dan analisis pada mesin pendingin (Jujur dkk, 2022).

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Yuono dkk (2022) mengetahui nilai suhu pada tiap titik alat prestasi mesin pendingin, penyerapan panas, laju aliran refrigeran, daya kompresor, dan kecepatan kerja alat uji prestasi pendingin atau COP selama waktu pengujian 60 menit. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah modifikasi alat uji dan melakukan eksperimen nyata dengan menganalisis beberapa variabel yang mempengaruhi refrigeran 60 psi, 70 psi, dan 80 psi. Berdasarkan hasil pengujian, perubahan suhu yang terjadi pada setiap titik alat prestasi mesin pendingin dan penyerapan panas berpengaruh terhadap perubahan suhu dari setiap prestasi mesin pendingin yaitu pada penggunaan 60 psi sebesar 23,9 °C untuk 70 psi sebesar 24,8 °C dan 80 psi sebesar 22,1 °C. Kemudian perubahan terhadap penyerapan panas oleh kondensor dan evaporator yaitu pada tekanan refrigeran 60 psi 171,6 kJ/det untuk 70 psi sebesar 201,1 kJ/det dan 80 psi sebesar 215,3 kJ/det. Dan penyerapan panas yang terjadi evaporator dengan tekanan 60 psi sebesar 143,3 kJ/det untuk 70 psi sebesar 161,6 kJ/det dan 80 psi sebesar 172,2 kJ/det. Nilai laju aliran refrigeran yang dihasilkan dan daya kompresor, untuk laju aliran refrigeran berpengaruh terhadap perubahan yang terjadi pada

penggunaan 60 psi sebesar sebesar 143,3 kJ/det untuk 70 psi sebesar 161,6 kJ/det dan 80 psi sebesar 172,2 kJ/det. Nilai laju aliran refrigeran yang dihasilkan dan daya kompresor, untuk laju aliran refrigerant berpengaruh terhadap perubahan yang terjadi pada penggunaan 60 psi sebesar 0,003 kg/det, untuk 70 psi sebesar 0,004 kg/det, dan 80 psi sebesar 0,005 kg/det. Kemudian untuk daya kompresor pada penggunaan 60 psi sebesar 0,446 kW, untuk 70 psi sebesar 0,521 kW, dan 80 psi sebesar 0,611 kW. Nilai laju aliran refrigeran alat uji prestasi mesin pendingin atau COP yang dihasilkan pada tekanan refrigeran 60 psi yaitu 3,26 untuk 70 psi yaitu 4,45 dan 80 psi 5,11.

Penelitian yang dilakukan Jujur dkk (2022) bertujuan untuk memahami cara kerja beserta karakteristik dan mengetahui kinerja yang dihasilkan pada sistem alat peraga AC. Metode penelitian yang digunakan adalah melakukan tahap persiapan dimulai dari studi literatur dan studi lapangan, kemudian perancangan model dan perakitan alat uji. Model peraga AC dengan tipe inverter berkapasitas 0,5 PK berbentuk persegi panjang dengan dimensi 90 x 180 cm dan lebar 70 cm. Pengujian alat dilakukan di Laboratorium Elektro Universitas Trunojoyo selama 180 menit. Sedangkan proses pengambilan data hasil pengujian dilakukan setiap 5 menit. Data yang diambil pada pengujian adalah tekanan kerja, suhu didalam pipa, tegangan, dan arus kerja. Analisis hasil pengujian berupa kerja kompresor (W_k), panas yang dilepas kondensor (Q_{out}), panas yang diserap evaporator (Q_{in}), *Coefficient Of Performance*, Daya (P), dan efisiensi. Rata-rata nilai yang didapatkan dari hasil perhitungan data antara lain: nilai dari kerja kompresor sebesar 17,11 kJ/kg, panas yang dilepas kondesor sebesar 180,71 kJ/kg, panas yang diserap evaporator sebesar 163,57 kJ/kg, nilai COP sebesar 9,56, daya semu dan daya aktif sebesar 430,29 VA dan 395,86 Watt, serta nilai efisiensi sebesar 12,26. Hasil analisa yang didapatkan dari pengujian alat peraga dan proses perhitungan data dapat disimpulkan bahwa mesin pengkondisian udara mampu bekerja secara optimal serta memiliki nilai efisiensi yang baik sesuai dengan spesifikasi unit.

Berdasarkan latar belakang diatas, penelitian yang dibuat penulis dengan judul “Analisis Pengaruh Aliran Massa Udara Pada Temperatur Beban Pendinginan

Terhadap *Coefficient of Performance* (COP) Mesin Pengkondisian Udara”. Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh aliran massa udara pada beban pendinginan terhadap unjuk kerja mesin pendingin berdasarkan parameter-parameter yang akan ditentukan didalam penelitian.

Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan untuk menemukan cara yang dapat meningkatkan efisiensi kinerja mesin pengkondisian udara. Salah satu parameter utama yang digunakan untuk mengukur efisiensi tersebut adalah *Coefficient of Performance* (COP). Dengan memahami hubungan antara aliran massa udara dan COP, diharapkan dapat diperoleh metode optimal untuk mengurangi konsumsi energi, meningkatkan efisiensi pendinginan, dan mendukung praktik hemat energi yang lebih berkelanjutan. Penelitian ini juga berkontribusi sebagai referensi untuk pengembangan sistem pengkondisian udara yang lebih efisien.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana dampak perubahan beban pendinginan akibat variasi aliran massa udara terhadap kerja kompresor sebagai komponen utama konsumsi energi sistem ?
2. Bagaimana pengaruh variasi aliran massa udara dalam meningkatkan efektivitas perpindahan panas konveksi terhadap kapasitas pendinginan pada evaporator ?
3. Bagaimana pengaruh variasi aliran massa udara terhadap nilai *Coefficient of Performance* (COP) ditinjau dari kenaikan kapasitas pendinginan terhadap kerja kompresor untuk mendapatkan efisiensi optimal ?

1.3 Batasan Masalah

Untuk membatasi ruang lingkup penelitian, maka penelitian ini dibatasi pada masalah-masalah berikut :

1. Penelitian ini hanya berfokus pada mesin pendingin yang tersedia di laboratorium Teknik Mesin Universitas Malikussaleh.
2. Pengujian dilakukan dalam kondisi lingkungan laboratorium dengan suhu dan kelembaban yang terkontrol.
3. Pengujian dilakukan dengan spesifikasi yang sesuai dengan kondisi yang akan digunakan dalam penelitian.
4. Refrigeran yang digunakan dalam penelitian menggunakan refrigeran R-22.
5. Parameter yang dianalisis terbatas pada kerja kompresor, energi kalor yang dilepas kondensor, energi kalor yang diserap evaporator dan COP.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis pengaruh perubahan aliran massa udara terhadap besarnya kerja kompresor yang dibutuhkan.
2. Menganalisis peningkatan kapasitas pendinginan yang dihasilkan evaporator akibat variasi aliran massa udara.
3. Menganalisis nilai *Coefficient of Performance* (COP) pada berbagai variasi aliran massa udara untuk menentukan kondisi yang paling efisien.

1.5 Manfaat Penelitian

Berikut ini beberapa manfaat yang diharapkan dari penelitian ini :

1. Memperluas pengetahuan dan pemahaman mengenai pengaruh aliran massa udara pada beban pendinginan terhadap mesin pendingin.
2. Memberikan data dan informasi mengenai parameter-parameter yang dibutuhkan dalam menganalisis mesin pendingin.
3. Sebagai acuan dalam penelitian selanjutnya tentang mesin pendingin.
4. Memberikan kontribusi pada pengetahuan ilmiah mengenai mesin pendingin.