

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Penyebab tidak beroperasinya mesin pendingin kompresi uap adalah kebocoran pada sistem sirkulasi refrigeran, yang ditunjukkan oleh tekanan sistem yang mendekati tekanan atmosfer pada saat identifikasi awal. Titik kebocoran tersebut berhasil diidentifikasi dan diperbaiki.
2. Proses rekondisi yang meliputi perbaikan kebocoran, pemvakuman sistem, dan pengisian refrigeran R-22 telah berhasil dilaksanakan. Keberhasilan ini dibuktikan oleh tekanan kerja sistem yang bertahan stabil pada 11,031 bar untuk sisi tekanan tinggi dan sekitar 4 bar untuk sisi tekanan rendah selama 30 menit pengoperasian, tanpa terjadi penurunan tekanan yang mengindikasikan kebocoran ulang.
3. Pengujian dilakukan sebanyak dua kali pengambilan data dan menghasilkan koefisien variasi di bawah 1,3 % untuk seluruh parameter yang diukur, sehingga data hasil pengujian dinyatakan konsisten dan representatif sebagai dasar perhitungan kinerja sistem.
4. Siklus refrigerasi terbukti berjalan setelah rekondisi. Hal ini ditunjukkan oleh penurunan temperatur evaporator sebesar 4,70 °C dari 29,90 °C menjadi 25,20 °C disertai temperatur kondensor yang bertahan pada kisaran 30 °C, serta kesesuaian antara temperatur kondensor terukur dengan temperatur saturasi hasil konversi tekanan dengan selisih hanya 0,35 °C.
5. Kinerja mesin setelah rekondisi menghasilkan efek refrigerasi rata-rata sebesar 188,19 kJ/kg, kerja kompresor aktual rata-rata sebesar 30,69 kJ/kg, kalor yang dilepas kondensor rata-rata sebesar 218,88 kJ/kg, dan daya listrik kompresor rata-rata sebesar 616,9 W. Nilai *COP* aktual rata-rata yang diperoleh adalah 6,19, sedangkan *COP* siklus kompresi uap ideal pada tekanan kerja yang sama adalah 7,90 dan *COP* siklus Carnot adalah 9,17.

Dengan demikian mesin bekerja pada efisiensi siklus sebesar 78,3 % terhadap siklus ideal dan 67,4 % terhadap siklus Carnot.

6. Penyimpangan siklus aktual terhadap siklus ideal didominasi oleh dua faktor. Pertama, proses kompresi yang tidak isentropik dengan efisiensi 0,80, yang menyebabkan kerja kompresor menjadi 25 % lebih besar daripada kerja teoritis dan menaikkan temperatur refrigeran pada saluran buang sebesar 7,6 °C. Kedua, derajat panas lanjut yang berlebih pada saluran isap kompresor, yang memperbesar volume spesifik refrigeran sehingga menurunkan massa refrigeran yang mampu dihisap kompresor pada setiap langkah torak.
7. Mengacu pada kriteria keberhasilan rekondisi yang dinyatakan pada Sub-bab 2.4, yaitu parameter kinerja mendekati kondisi teoritis, pencapaian efisiensi siklus sebesar 78,3 % terhadap siklus ideal menunjukkan bahwa proses rekondisi telah berhasil mengembalikan kinerja mesin pada tingkat yang wajar bagi sistem refrigerasi skala laboratorium. Adapun nilai *COP* aktual yang lebih tinggi daripada data acuan mesin sebelum kerusakan merupakan konsekuensi dari rasio kompresi yang rendah, yaitu 2,40 dibandingkan 5,73 pada data acuan, dan bukan merupakan indikasi kapasitas pendinginan yang lebih besar. Kapasitas pendinginan masih dapat ditingkatkan, sebagaimana ditunjukkan oleh nilai superheat sebesar 27,72 K yang jauh di atas rentang normal dan nilai subcooling yang mendekati nol.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat menjadi bahan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya.

1. Pengisian refrigeran sebaiknya dilakukan dengan penimbangan massa menggunakan timbangan refrigeran digital sesuai spesifikasi kapasitas sistem, disertai pemantauan gelembung pada sight glass. Keberhasilan pengisian dapat dinilai dari tercapainya nilai subcooling pada rentang 5 sampai 8 K dan superheat pada rentang 5 sampai 10 K.

2. Durasi pengujian sebaiknya diperpanjang hingga kondisi tunak benar-benar tercapai, yang ditandai oleh temperatur evaporator yang tidak lagi menurun pada tiga kali pencatatan berturut-turut. Dengan demikian, temperatur terendah yang mampu dicapai mesin dapat teridentifikasi.
3. Pemeriksaan terhadap katup ekspansi, pipa kapiler, dan filter drier perlu dilakukan untuk memastikan tidak terdapat hambatan aliran yang berkontribusi terhadap tingginya nilai superheat.
4. Metode pengukuran temperatur sebaiknya disempurnakan dengan memasang termokopel menempel pada permukaan pipa dan diberi isolasi, serta menambahkan titik pengukuran pada saluran isap dan saluran buang kompresor sehingga entalpi pada titik 2 dapat ditentukan langsung dari data pengukuran.
5. Pengujian sebaiknya dikembangkan dengan variasi beban pendinginan dan jumlah pengulangan yang lebih banyak, agar diperoleh gambaran karakteristik kinerja mesin yang lebih lengkap serta memungkinkan dilakukannya analisis statistik terhadap pengaruh masing-masing variabel.

