

BAB 5

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi dan analisis yang dilakukan, sistem refrigerasi *cascade* dengan kombinasi refrigeran R744 dan R717 menunjukkan performa yang efisien, baik dalam konsumsi daya, efisiensi perpindahan panas, maupun dampak lingkungan. Sistem ini mampu mencapai nilai COP tertinggi sebesar 1,30 pada suhu kondensor 38°C dengan laju aliran massa 0,09 kg/s, sementara nilai COP terendahnya sebesar 1,08 pada tekanan evaporator 0,12 MPa. Meskipun nilai COP ini masih lebih rendah dibandingkan sistem tunggal R717 yang mencapai 5,03, sistem *cascade* R744/R717 cenderung lebih stabil dalam berbagai kondisi.

Dari aspek konsumsi daya, sistem tunggal R717 membutuhkan daya kompresor lebih besar, mencapai 573,8 kW pada suhu evaporator -47°C, sedangkan sistem *cascade* R744/R717 hanya memerlukan daya 16,15 – 17,67 kW, menyesuaikan suhu sistem dan laju aliran massa. Sistem *cascade* R744/R717 juga lebih efisien dalam proses pelepasan dan penyerapan panas. Nilai *heat rejection* tertinggi sebesar 65,11 kW pada tekanan *heat exchanger* 0,30 MPa, sementara *heat absorption* tertinggi mencapai 22,13 kW pada suhu *heat exchanger* -8,6°C dengan laju aliran massa 0,09 kg/s. Perubahan tekanan dan suhu dapat memengaruhi performa sistem, di mana peningkatan parameter tersebut dapat meningkatkan daya kompresor dan nilai TEWI.

Dari aspek lingkungan, kombinasi refrigeran R744 dan R717 memiliki ODP sebesar 0 dan GWP masing-masing 1 dan 0. Hal ini menjadikan sistem *cascade* R744/R717 sebagai alternatif yang ramah lingkungan. Nilai TEWI terendah pada sistem ini adalah 314 ton CO₂ pada tekanan *heat exchanger* 0,34 MPa, jauh lebih rendah dibandingkan sistem tunggal R717 yang mencapai 11.840 ton CO₂. Bahkan pada suhu kondensor 38°C, sistem *cascade* R744/R717 menghasilkan TEWI sebesar 705,4 ton CO₂, masih jauh lebih kecil dibandingkan sistem tunggal R717 yang mencapai 24.789 ton CO₂. Oleh karena itu, sistem *refrigerasi two-stage cascade* R744/R717 tidak hanya efisien secara energi, tetapi juga mendukung pengurangan emisi karbon, sehingga dapat digunakan pada sistem pendingin kapal ikan.

5.2. Saran

Dari hasil penelitian yang dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk penelitian dan pengembangan lebih lanjut, sebagai berikut:

1. Dilakukan penelitian tentang pengaruh perbedaan laju aliran massa refrigeran.
2. Penggunaan *subcooling* dipertimbangkan untuk meningkatkan efisiensi sistem dan mengurangi beban kompresor.
3. Pengujian secara langsung untuk membuktikan hasil simulasi dan mengetahui performanya saat digunakan.
4. Desain sistem *cascade* dibuat lebih *compact* dan hemat ruang agar cocok dipasang pada kapal ikan.
5. Perlu kajian lebih lanjut mengenai risiko kebocoran refrigeran dan cara penanganannya agar sistem lebih ramah lingkungan.