

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian kontrol sistem refrigerasi *mini air cooled chiller* berbasis PLC TM241CE24T dengan menggunakan refrigeran R-404A yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Integrasi control menggunakan PLC TM241CE24T dengan modul analog TM3AI8 dapat beroperasi dengan baik, dimana dari hasil pengujian, sistem mampu melakukan *cut-off* kompresor secara otomatis saat suhu evaporator mencapai *setpoint* (sesuai *setpoint* yang ditentukan) dan melakukan *cut-in* kembali saat suhu naik mencapai *threshold* (sesuai dengan histerisis yang ditentukan).
2. Integrasi sensor suhu RTD PT100 dan sensor tekanan Wisner WPT-71G terhadap sistem refrigerasi memiliki akurasi dan stabilitas yang tinggi. Dari hasil pengujian kalibrasi sensor tekanan Wisner WPT-71G memiliki error 0,244% dan jika dibandingkan dengan pembacaan manifold gauge hanya memiliki selisih pembacaan 0,3 bar di bagian *suction* kompresor. Untuk sensor suhu RTD PT100 setelah dibandingkan dengan alat ukur digital thermometer TM-902C memiliki *error* 0,293%.
3. Secara termodinamika, sistem refrigerasi menggunakan R-404A terdapat deviasi antara perancangan teoritis dengan sistem aktual. Pada kondisi aktual, sistem beroperasi dengan temperatur evaporator di -17°C di mana tekanan *suction* terukur stabil pada 0,59 Bar (setara dengan pengisian 10 PSI atau 0,6 Bar), memastikan bahwa refrigeran yang masuk ke kompresor sepenuhnya berfase gas. Di sisi lain, pada tekanan kondensor 17,45 Bar yang memiliki suhu sekitar $40,5^{\circ}\text{C}$, temperatur aktual kondensor justru terukur lebih rendah, yaitu $36,2^{\circ}\text{C}$. Selisih sebesar $4,3^{\circ}\text{C}$ ini menunjukkan terjadinya *subcooling*, yang membuktikan efektivitas penukaran kalor pada kondensor dalam menurunkan temperatur cairan refrigeran di bawah titik jenuhnya sebelum memasuki pipa kapiler

5.2 Saran

Berdasarkan analisis selama pengujian, beberapa saran untuk pengembangan kontrol sistem refrigerasi *mini air cooled chiller* berbasis PLC TM241CE24T dengan menggunakan refrigeran R-404A meliputi:

1. Untuk pengembangan, disarankan untuk mengganti pipa kapiler dengan *Thermal expansion valve* untuk mengatur derajat superheat secara presisi apalagi jika terjadi fluktuasi beban pendinginan, mencegah lonjakan tekanan berlebih saat start-up, serta meningkatkan efisiensi energi sistem secara keseluruhan dibandingkan dengan penggunaan pipa kapiler.
2. Mengubah pemasangan sensor ke dalam pipa yang kontak langsung dengan refrigeran untuk mengetahui suhu aktual refrigeran didalam sistem.
3. Mengganti kompresor tipe CSIR (*Capacitor Start Induction Run*) yang digunakan dan beralih ke kompresor DC inverter agar dapat ditambah metode kontrol seperti contohnya kontrol PID (Proportional-Integral-Derivative) untuk menjaga kestabilan suhu tanpa fluktuasi, yang mana karakteristik motor kompresor tipe CSIR hanya dapat menggunakan kontrol on/off.

Dengan mengimplementasikan saran tersebut, diharapkan kontrol sistem refrigerasi *mini air cooled chiller* berbasis PLC TM241CE24T dengan menggunakan refrigeran R-404A dapat beroperasi lebih efektif, stabil, dan dapat disesuaikan dengan masa yang akan datang.