

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian sistem distribusi *water refrigerant* dan *air handling unit* berbasis PLC Modicon Schneider TM241CE24T pada *mini aircooled chiller*, diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem *Air Handling Unit* (AHU) berhasil dirancang dan diimplementasikan pada *mini aircooled chiller* dengan menggunakan PLC Schneider TM241CE24T sebagai pengendali pusat dengan menggunakan pompa sebagai pendistribusian media pendingin dan *blower* sebagai komponen untuk penyerapan kalor ruangan yang ada pada AHU.
2. Integrasi sensor YF-S201 menggunakan fitur High Speed Counter (HSC) pada PLC dan *optocoupler* sebagai *level shifter* berhasil membaca kecepatan aliran air dengan stabil. Berdasarkan pengujian, rata-rata debit air terukur adalah 2,015 L/menit dengan rentang fluktuasi 0,019 L/menit. Namun dalam pengujian terdapat deviasi debit air sebesar 9,5% dari target perhitungan teoritis yaitu 2,21 L/menit. Deviasi ini terjadi akibat pipa pada evaporator AHU yang panjang dan berlekuk serta faktor gravitasi juga karena posisi *tube* evaporator lebih rendah daripada evaporator AHU sehingga menghambat pompa walaupun beroperasi pada *Duty cycle* 100%.
3. Integrasi PWM pada PLC TM241CE24T sebagai kendali pompa dan *blower* berhasil, dimana dalam pengujian dilakukan dengan osiloskop pada output PLC, *Optocoupler* PC817, *Driver* BTS, hingga Filter LC sebelum menuju beban, berhasil mengatur kecepatan pompa dan *blower* dengan beberapa variasi *duty cycle*. Pengujian sinyal memperlihatkan bahwa *optocoupler* PC817 efektif bekerja sebagai isolator dan *level shifter* sinyal PWM sebelum dikuatkan oleh *driver* dan diperhalus oleh Filter LC.
4. Pada logika kendali kecepatan *blower* didapati bahwa sistem terbukti responsif dalam menurunkan suhu ruangan, di mana pada Speed 3 (*Duty cycle*

60%) sistem mampu menurunkan suhu dari 24,4°C ke 22,1°C dalam waktu 1 menit 13 detik, dilanjutkan oleh Speed 2 (*Duty cycle* 60%) saat transisi suhu 22,0°C hingga mencapai 20,07°C dalam waktu 2 menit 29 detik, dan akhirnya Speed 1 (*Duty cycle* 40%) aktif menjaga setpoint saat suhu stabil di bawah 20°C. Data ini membuktikan bahwa integrasi PWM pada sistem kontrol mampu menangani transisi beban pendinginan secara otomatis dan efektif.

5.2. Saran

Beberapa saran untuk pengembangan sistem distribusi *water* refrigeran dan *air handling unit* berbasis PLC Modicon Schneider TM241CE24T pada *mini aircooled chiller* ini meliputi:

1. Deviasi debit air sebesar 9,5% dari nilai teoritis disebabkan oleh head loss yang tinggi pada jalur perpipaan evaporator. Oleh karena itu, diperlukan perbaikan desain pipa untuk mengurangi hambatan aliran atau penggunaan pompa dengan kemampuan tekanan statis lebih tinggi agar debit ideal 2,21 L/menit dapat tercapai dan kinerja perpindahan panas meningkat.
2. Sistem kendali *blower* berbasis multi-speed telah bekerja responsif, namun masih menghasilkan transisi kecepatan yang kasar. Penerapan algoritma PID pada PLC direkomendasikan untuk menghasilkan pengaturan *Duty cycle* PWM yang lebih halus dan presisi, sehingga kestabilan suhu dan efisiensi energi sistem dapat ditingkatkan.
3. Pemantauan konsumsi daya secara real-time melalui integrasi sensor arus dan tegangan dengan PLC disarankan untuk meningkatkan evaluasi efisiensi energi. Selain itu, pengujian lanjutan terhadap keluaran filter LC perlu dilakukan guna memastikan ripple tegangan minimal, sehingga umur pakai motor DC dan kinerja *driver* PWM tetap optimal.