

BAB V

PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, realisasi, dan pengujian sistem kontrol suhu pada alat Chilli Dehydrator, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem kontrol suhu berbasis mikrokontroler ESP32 telah berhasil direalisasikan, dengan sensor DHT22 sebagai umpan balik dan heater halogen sebagai aktuator yang diatur melalui modul AC light dimmer. Catu daya sistem bekerja sesuai rancangan, dengan tegangan keluaran power supply sebesar 11,79 VDC (akurasi 98,25%) dan tegangan keluaran modul step-down XL4005 sebesar 3,310 VDC (akurasi 99,70%). Modul AC light dimmer mampu mengatur daya heater secara bertingkat dari 41,1 W pada perintah 10% hingga 630,02 W pada perintah 100%. Hubungan keduanya tidak linier, dan kenaikan daya di atas perintah 80% hanya sebesar 1,70%.
2. Pengendali Fuzzy Logic Sugeno orde nol telah dirancang dan diimplementasikan menggunakan dua masukan, yaitu error dengan lima himpunan dan delta error dengan tiga himpunan, sehingga membentuk 15 aturan dengan defuzzifikasi weighted average. Hasil perhitungan manual sebesar 41,13% sesuai dengan hasil simulasi MATLAB sebesar 41,1%, sehingga perancangan pengendali dinyatakan sesuai.
3. Berdasarkan pengujian pada setpoint 40 °C hingga 100 °C, pengendali Fuzzy Logic Sugeno mampu membawa suhu terbaca sensor menuju setpoint dan mempertahankannya dengan error steady state tidak lebih dari 0,63% pada seluruh pengujian. Rise time berkisar antara 0,33 menit dan 3,32 menit, dan nilainya meningkat seiring kenaikan setpoint. Overshoot terbesar terjadi pada setpoint 40 °C kondisi no fan, yaitu sebesar 9,75%, dan cenderung menurun pada setpoint yang lebih tinggi hingga 0% pada setpoint 100 °C. Pengoperasian kipas exhaust mempercepat settling time pada enam dari tujuh setpoint, yaitu menjadi 0,97–4,80 menit pada setpoint 40–90 °C. Namun,

pada setpoint 50–70 °C kondisi fan menyebabkan suhu steady state bertahan sedikit di bawah setpoint, dengan error 0,52–0,63%.

4. Pengujian sensor DHT22 terhadap thermogun menghasilkan rata-rata error sebesar 5,99 °C (9,95%) dengan akurasi rata-rata 90,05%. Akurasi sensor menurun pada suhu tinggi, yaitu 93,01% pada suhu acuan hingga 60 °C dan 88,07% pada suhu acuan di atas 60 °C. Oleh karena itu, kinerja pengendalian pada penelitian ini dinilai berdasarkan suhu terbaca DHT22, dan suhu aktual ruang pengering dapat berbeda, terutama pada setpoint di atas 60 °C.

4.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran untuk pengembangan selanjutnya:

1. Menggunakan sensor suhu dengan rentang ukur yang mencakup seluruh rentang setpoint alat, karena rentang ukur DHT22 hanya sampai 80 °C, sedangkan setpoint alat mencapai 100 °C. Selain itu, sensor perlu diberi pelindung dari paparan radiasi langsung heater halogen dan dikalibrasi terhadap alat ukur suhu udara yang terstandar.
2. Menambahkan aksi integral atau menyesuaikan nilai konsekuensi aturan pada daerah error kecil, agar offset steady state pada kondisi kipas menyala dapat dihilangkan.
3. Menerapkan linearisasi antara perintah dimmer dan daya heater, misalnya melalui tabel pemetaan (lookup table), agar perubahan keluaran pengendali menghasilkan perubahan daya yang sebanding pada seluruh rentang perintah.
4. Mengembangkan pengujian dengan variasi jenis cabai dan kapasitas bahan yang lebih besar, sehingga kinerja sistem dapat dievaluasi pada kondisi penggunaan yang lebih beragam.
5. Mengembangkan pengendali dengan tambahan masukan kelembapan ruang pengering, sehingga pengaturan suhu dan sirkulasi udara dapat bekerja secara terpadu.