

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada sistem *rotary dryer* untuk kerupuk kulit, dapat ditarik beberapa kesimpulan yang menjawab kebutuhan sistem sebagai berikut:

1. Pengendalian suhu dan kelembapan presisi

Sistem berhasil merealisasikan pengendalian suhu dan kelembapan secara stabil dan presisi menggunakan algoritma *fuzzy logic* metode mamdani untuk mengatur intensitas PTC *heater* dan kecepatan *axial fan* yang berhasil membuat suhu di oven stabil. Kualitas pangan tetap terlindungi karna adanya mekanisme proteksi termal yang secara otomatis mencegah terjadinya pemanasan berlebih (*overheating*) diatas ambang batas 70 °C.

2. Pemerataan distribusi panas dan sirkulasi udara

Pemerataan distribusi panas dan sirkulasi udara panas berhasil dicapai secara optimal melalui mekanisme drum silinder berlubang (*perfolasi*) yang berputar konstan pada kecepatan 15 rpm. Serta adanya penggunaan aluminium PE foam pada seluruh dinding oven berhasil menghantarkan panas secara merata dan menghambat panas yang ada keluar dari oven. Selain meratakan paparan panas ke seluruh permukaan bahan secara homogen, pergerakan rotasi ini secara aktif meniriskan lelehan lemak guna mencegah resiko kerusakan bahan pangan berupa bau tengik, dan gumpalan lemak untuk menjaga higienisitas produk akhir.

3. Pemantauan tingkat kekeringan

Proses pemantauan tingkat kekeringan bahan dapat dilakukan secara *real-time* dan akurat melalui pengendalian sensor *Load Cell* dengan tingkat akurasi di atas 97%. Sistem berhasil menyusutkan kadar air pada 4 kg kulit sapi basah hingga mencapai target massa henti absolut 1,9 kg secara presisi tanpa memerlukan intervensi pengecekan manual.

4. Otomatimasi sistem

Sistem mampu beroperasi secara mandiri, terpadu, dan otomatis, sehingga memberikan kemudahan operasional penuh bagi pelaku UMKM. Kinerja mandiri ini didukung oleh arsitektur multi-mikrokontroler terdistribusi (1 Master dan 2 Slave ESP32) yang membagi beban komputasi serta terintegrasi dengan platform Blynk IoT, memungkinkan pemantauan parameter dan pengendalian sistem secara otomatis maupun jarak jauh secara fleksibel langsung melalui smartphone tanpa memerlukan intervensi manual berkala di lokasi alat.

5. Kinerja sensor dan akuisisi data

Pengujian modul penginderaan (*sensing module*) dan transmisi data IoT membuktikan tingkat keandalan yang tinggi, dengan akurasi rata-rata sensor *Load Cell*, suhu objek (MLX90614), dan suhu ambien berada di atas 97%. Terlepas dari adanya deviasi pembacaan sebesar 23,23% pada sensor DHT22 akibat efek radiasi termal pemanas, sinyal masukan tersebut tetap dapat diandalkan secara efektif oleh mesin inferensi *Fuzzy Logic*.

6. Stabilitas arsitektur komunikasi dan noise

Penerapan arsitektur multi-ESP32 (1 Master dan 2 Slave) berfungsi mendistribusikan beban komputasi dan manajemen daya ke beberapa pengendali, sehingga mencegah risiko penurunan tegangan (*voltage drop*) akibat beban kerja yang berlebih. Melalui integrasi komunikasi serial UART dan protokol nirkabel berlatensi rendah ESP-NOW, pertukaran data antar-node berjalan secara lancar sekaligus mengisolasi suplai daya, yang secara efektif meredam interferensi derau listrik (*electrical noise*) sehingga sensor inframerah MLX90614 mampu mengakuisisi data suhu secara presisi, stabil, dan bebas gangguan.

7. Efisiensi waktu

Penerapan teknologi *Smart Rotary Dryer* mencatatkan lonjakan efisiensi waktu yang signifikan, di mana proses pengeringan 4 kg bahan basah menjadi 1,9 kg tuntas hanya dalam 7,5 jam. Performa ini jauh mengungguli metode penjemuran konvensional di bawah sinar matahari yang memerlukan waktu 2 hingga 3 hari serta sangat rentan terhadap fluktuasi cuaca.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil evaluasi perancangan, implementasi, dan pengujian sistem yang telah dilakukan, beberapa saran yang direkomendasikan untuk pengembangan sistem di masa mendatang adalah sebagai berikut:

1. Optimalisasi Peletakan Sensor Lingkungan: Relokasi titik pemasangan sensor DHT22 menuju jalur pembuangan udara (*exhaust*) statis yang terisolasi dari radiasi termal langsung *PTC Heater*. Hal ini diperlukan untuk meminimalkan deviasi pembacaan kelembapan dan meningkatkan akurasi data iklim mikro ruang pengering.
2. Penyempurnaan Distribusi Aliran Udara Termal: Evaluasi dan penataan ulang posisi *PTC Heater* beserta *Axial Fan* secara lebih simetris terhadap ruang pengering. Konfigurasi ini bertujuan untuk memastikan pemerataan sirkulasi udara panas ke seluruh penampang drum serta mengeliminasi potensi penumpukan panas lokal (*hotspot*) pada satu sisi ruang.
3. Peningkatan arsitektur IoT melalui implementasi *server* lokal mandiri dan basis data terdedikasi (seperti MySQL atau InfluxDB) yang terintegrasi dengan dasbor analitik. Infrastruktur ini memungkinkan pencatatan data historis operasional secara komprehensif, terstruktur, dan tidak bergantung penuh pada kuota atau latensi layanan *cloud* pihak ketiga.

