

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Cabai merupakan salah satu bahan pangan yang banyak dimanfaatkan dalam berbagai bentuk pengolahan, salah satunya sebagai bahan baku *chili oil*. Kandungan air yang tinggi pada cabai segar menyebabkan bahan lebih mudah mengalami penurunan mutu selama penyimpanan, sehingga diperlukan proses pengeringan untuk mengurangi kandungan air dan memperpanjang umur simpan. Proses pengeringan juga menyebabkan terjadinya perubahan massa bahan seiring dengan pelepasan air selama proses berlangsung [1].

Temperatur pengeringan menjadi salah satu parameter yang memengaruhi perubahan massa dan kondisi akhir cabai. Pratama dkk. melakukan pengeringan cabai merah pada temperatur 60°C, 70°C, dan 80°C. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada temperatur 60°C diperoleh susut bobot sebesar 80%, sedangkan pada temperatur 70°C diperoleh susut bobot sebesar 87,2% dengan kadar air akhir 11,22% dan kondisi cabai kering dengan warna merah. Pada temperatur 80°C, susut bobot meningkat menjadi 90%, tetapi warna cabai cenderung berubah menjadi kecokelatan [1]. Berdasarkan hasil tersebut, nilai susut bobot 87,2% pada temperatur 70°C digunakan dalam penelitian ini sebagai acuan set point penghentian proses pemanasan. Nilai tersebut tidak ditentukan kembali sebagai nilai optimum melalui pengujian kualitas pangan, melainkan diimplementasikan sebagai parameter kerja sistem otomatis.

Selama proses pengeringan berlangsung, pelepasan air dari bahan menyebabkan massa cabai mengalami penurunan secara bertahap. Pemantauan perubahan massa secara *real-time* diperlukan agar perkembangan proses pengeringan dapat diketahui tanpa melakukan penimbangan bahan secara terpisah. Pramono dkk. mengembangkan sistem pengukuran kondisi bahan selama pengeringan secara *real-time* melalui pendekatan pengukuran berat menggunakan *load cell*. Sistem tersebut menunjukkan perubahan berat dapat digunakan sebagai sumber informasi selama proses pengeringan dan dapat diolah menggunakan sistem berbasis mikrokontroler dan *Internet of Things* [2].

Penggunaan *load cell* sebagai sensor massa memerlukan pengujian untuk mengetahui kesesuaian hasil pembacaannya terhadap alat ukur referensi. Indani dkk. mengembangkan sistem timbangan digital berbasis ESP32 dan *load cell* dengan hasil akurasi rata-rata sebesar 98,03% pada pengujian dengan beban yang sama dan 99,28% pada pengujian dengan beban bervariasi [3]. Hasil tersebut menunjukkan bahwa evaluasi akurasi diperlukan untuk mengetahui kinerja *load cell* sebelum data hasil pengukuran digunakan sebagai dasar pengolahan selanjutnya.

Pada penelitian ini, data massa hasil pembacaan *load cell* tidak hanya digunakan untuk menampilkan massa bahan, tetapi juga diolah oleh ESP32 untuk memperoleh persentase susut bobot (*mass loss*) secara real-time. Persentase susut bobot diperoleh berdasarkan perubahan massa awal terhadap massa aktual selama proses pengeringan. Ketika persentase susut bobot yang dihitung oleh sistem telah mencapai set point 87,2% yang diadopsi dari penelitian terdahulu [1], [2] sistem memberikan aksi penghentian pemanasan secara otomatis. Dengan demikian, fungsi sistem lebih ditekankan pada proses akuisisi data massa, perhitungan susut bobot, monitoring secara real-time, dan respons otomatis terhadap set point yang telah ditentukan.

Selain perubahan massa, kondisi kelembapan ruang pengering juga perlu diperhatikan selama proses pengeringan. Pelepasan air dari cabai selama pemanasan menyebabkan uap air terakumulasi di dalam ruang pengering sehingga kondisi kelembapan dapat berubah. Fissabillillah dkk. mengembangkan sistem pemantauan dan pengendalian kelembapan pada alat pengering produk pangan berbasis ESP32 menggunakan sensor DHT22 dan *exhaust fan*. Sistem tersebut menggunakan hasil pembacaan suhu dan kelembapan sebagai bagian dari sistem monitoring dan pengendalian sirkulasi udara selama proses pengeringan [4].

Pada penelitian ini, pembacaan kelembapan dari sensor DHT22 digunakan sebagai masukan sistem kendali *exhaust fan*. Batas atas kelembapan ditentukan berdasarkan pengujian pendahuluan untuk mengetahui kondisi kelembapan ketika fenomena embun mulai teridentifikasi. Nilai tersebut kemudian

digunakan sebagai threshold aktivasi *exhaust fan*. Agar *exhaust fan* tidak mengalami perubahan status *ON* dan *OFF* secara berulang akibat fluktuasi kecil nilai kelembapan di sekitar *threshold*, digunakan metode kendali *ON-OFF hysteresis* dengan batas aktivasi dan deaktivasi yang berbeda. Penerapan *hysteresis* pada sistem kendali berbasis sensor telah digunakan untuk memberikan rentang operasi dan mencegah terjadinya *chattering* akibat perubahan nilai sensor di sekitar set point [5].

Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan pengujian kondisi kelembapan tanpa kendali *exhaust fan* untuk mengetahui kondisi saat fenomena embun mulai terjadi, kemudian hasilnya digunakan sebagai dasar penentuan batas kontrol *hysteresis* dan dievaluasi kembali setelah *exhaust fan* dikendalikan secara otomatis.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini merancang sistem *chili dehydrator* berbasis ESP32 yang mengintegrasikan monitoring massa menggunakan *load cell*, perhitungan persentase susut bobot secara *real-time*, penghentian pemanasan secara otomatis berdasarkan *set point* susut bobot yang mengacu pada penelitian terdahulu, serta kendali kelembapan *ON-OFF hysteresis* untuk mengatur kerja *exhaust fan* berdasarkan pembacaan sensor DHT22. Pengujian penelitian difokuskan pada kinerja sistem monitoring massa berdasarkan akurasi pembacaan *load cell*, kinerja sistem monitoring susut bobot berdasarkan perubahan massa selama proses pengeringan, serta kinerja kendali kelembapan dalam mengatur operasi *exhaust fan*. Parameter temperatur pada penelitian ini digunakan sebagai kondisi operasi proses pengeringan dan tidak menjadi variabel utama dalam sistem kendali yang dianalisis.

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah yang dibahas dalam penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana kinerja sistem monitoring massa berdasarkan akurasi pembacaan *load cell* pada *chili dehydrator*?
2. Bagaimana kinerja sistem monitoring susut bobot dalam menghitung presentase *mass loss* secara realtime berdasarkan perubahan massa selama proses pengeringan cabai pada *chili dehydrator*?

3. Bagaimana kinerja sistem kendali kelembapan *On-Off hysteresis* dalam mengendalikan *exhaust fan* berdasarkan pembacaan kelembapan dari sensor DHT22 selama proses pengeringan berlangsung?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang dibahas dalam penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Menganalisis kinerja sistem monitoring massa berdasarkan akurasi pembacaan *load cell* pada *chili dehydrator*.
2. Menganalisis kinerja sistem monitoring susut bobot dalam menghitung persentase *mass loss* secara *real-time* berdasarkan perubahan massa selama proses pengeringan cabai.
3. Menganalisis kinerja sistem kendali kelembapan *On-Off hysteresis* dalam mengendalikan *exhaust fan* berdasarkan pembacaan kelembapan sensor DHT22 selama proses pengeringan cabai.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat masalah yang dibahas dalam pembahasan penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Memberikan informasi mengenai tingkat akurasi dan kinerja *load cell* sebagai sensor monitoring massa pada *chili dehydrator* selama proses pengeringan.
2. Menghasilkan sistem monitoring yang mampu mengolah perubahan massa menjadi informasi persentase susut bobot (*mass loss*) secara *real-time*.

Memberikan informasi mengenai kinerja kendali kelembapan *On-Off hysteresis* dalam mengatur kerja *exhaust fan* berdasarkan kondisi kelembapan aktual

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang dibahas dalam penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Sistem dirancang dan diuji menggunakan massa awal cabai sebesar 100 gram hingga maksimal ± 1 kg dalam satu kali proses pengeringan.
2. Persentase susut bobot (*mass loss*) dihitung secara *real-time* berdasarkan massa awal dan massa aktual hasil pembacaan *load cell* selama proses pengeringan.
3. Pengujian sistem dilakukan menggunakan alat pengering cabai (*chili dehydrator*) pada skala *home industry* sehingga hasil penelitian tidak membahas penerapan pada kapasitas industri secara penuh.
4. Temperatur pengeringan yang digunakan sebagai kondisi proses pada penelitian ini dibatasi pada 60°C dan 70°C. Temperatur tidak menjadi parameter utama yang dianalisis dalam sistem kontrol penelitian.
5. Pengujian sistem monitoring massa dilakukan melalui kalibrasi dan pengujian akurasi pembacaan *load cell* dengan menggunakan timbangan digital sebagai alat ukur referensi pada kondisi awal dan akhir proses pengeringan.
6. Sistem pengaturan kelembapan menggunakan kontrol *on-off exhaust fan* dengan metode *hysteresis* yang bekerja selama proses pemanasan (*heater on*). Nilai batas atas dan batas bawah kelembapan ditentukan berdasarkan hasil pengujian pendahuluan.
7. Penelitian tidak membahas analisis kimia, kadar air dengan metode laboratorium, kualitas warna, rasa, tekstur, maupun optimasi kualitas produk cabai kering.
8. Objek penelitian dibatasi hanya menggunakan cabai merah besar (*Capsicum annuum* L.) sehingga tidak membahas karakteristik pengeringan pada jenis cabai lainnya.
9. Penelitian tidak membahas secara mendetail aspek perancangan mekanik alat pengering, melainkan berfokus pada sistem monitoring massa, perhitungan susut bobot, dan pengendalian kelembapan.

1.6 Sistematika Penulisan Laporan

Laporan tugas akhir ini disusun dalam lima bab yang saling berkaitan, dengan sistematika penulisan yang dijelaskan sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bagian ini membahas latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bagian ini memuat mengenai teori-teori yang mendukung penelitian, meliputi prinsip pengeringan cabai yang digunakan dalam pembuatan skistem *chili dehydrator*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bagian ini membahas tahapan penelitian, perancangan sistem, desain perangkat keras dan perangkat lunak, implementasi sistem monitoring massa, perhitungan susut bobot, serta perancangan kontrol kelembapan menggunakan *exhaust fan* dengan metode *hysteresis*.

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

Bagian ini membahas hasil pengujian kinerja sistem monitoring massa berdasarkan pembacaan *load cell*, pengujian sistem monitoring persentase susut bobot secara *real-time* serta respons penghentian pemanasan pada set point yang ditetapkan, dan pengujian kinerja kendali kelembapan *ON-OFF hysteresis* terhadap operasi *exhaust fan*.

BAB V PENUTUP

Bagian ini membahas kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian serta saran yang dapat digunakan untuk pemngembangan penelitian selanjutnya.