

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Cabai merupakan komoditas hortikultura yang banyak dikonsumsi masyarakat Indonesia. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, produksi cabai rawit nasional pada tahun 2025 mencapai sekitar 1,74 juta ton [1]. Cabai segar memiliki kadar air tinggi sehingga mudah mengalami kerusakan setelah panen [4]. Salah satu cara memperpanjang umur simpannya adalah melalui pengeringan untuk mengurangi kadar air bahan [6]. Namun, pengeringan menggunakan sinar matahari masih bergantung pada cuaca dan dilakukan secara terbuka sehingga kebersihan produk kurang terjaga [2]. Oleh karena itu, diperlukan alat pengering dengan pengendalian suhu agar proses pemanasan dapat berlangsung sesuai suhu yang ditentukan.

Penelitian Toar dkk. menerapkan metode Proportional Integral Derivative (PID) pada mesin pengering cabai. Pada setpoint 60°C, sistem menghasilkan overshoot sebesar 3,42%, settling time sebesar 69 menit, dan error steady state sebesar 0,98%. Penelitian tersebut menggunakan penyetelan Ziegler–Nichols dan penyesuaian parameter PID pada setiap setpoint pengujian [10]. Hasil tersebut menunjukkan bahwa PID mampu mempertahankan suhu mendekati setpoint, tetapi pemilihan parameter kendali perlu disesuaikan untuk memperoleh respons yang diinginkan. Berdasarkan hasil tersebut, penelitian ini mengembangkan alternatif pengendalian suhu menggunakan fuzzy Sugeno, dengan aturan yang menghubungkan selisih suhu dan perubahan selisih suhu terhadap besarnya perintah pemanasan.

Metode fuzzy Sugeno dipilih karena keluaran setiap aturan pada Sugeno orde nol berupa nilai konstan yang dihitung menggunakan rata-rata berbobot atau weighted average. Dibandingkan dengan fuzzy Mamdani yang menggunakan perhitungan centroid, cara perhitungan tersebut lebih sederhana untuk diterapkan pada mikrokontroler [16]. Meskipun demikian, Sugeno tidak selalu memberikan

error yang lebih kecil. Penelitian Nafisah dkk. pada pengering biji kopi menghasilkan error maksimal sebesar 2,1% pada Mamdani dan 10% pada Sugeno untuk konfigurasi yang diuji [15]. Oleh karena itu, pemilihan Sugeno dalam penelitian ini didasarkan pada kesederhanaan perhitungan dan kesesuaiannya untuk menghasilkan nilai perintah dimmer, sedangkan kinerjanya tetap dinilai melalui pengujian.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini merancang sistem kontrol suhu otomatis pada alat pengering cabai menggunakan fuzzy Sugeno berbasis ESP32. Pengendali menerima masukan berupa error dan delta error yang diolah melalui 15 aturan untuk menentukan perintah modul AC light dimmer sebagai pengatur pemanasan heater halogen. Sistem menyediakan mode manual dengan setpoint dan durasi yang ditentukan pengguna, serta mode otomatis dengan setpoint berdasarkan klasifikasi massa awal cabai. Pengembangan ini bertujuan mengatur pemanasan berdasarkan kondisi suhu agar suhu ruang pengering mendekati setpoint. Kinerja pengendali dinilai berdasarkan rise time, settling time, overshoot, dan error steady state.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan merealisasikan sistem kontrol suhu pada alat pengering cabai berbasis mikrokontroler ESP32 dengan *heater* halogen sebagai aktuator dan DHT22 sebagai sensor umpan balik?
2. Bagaimana merancang pengendali *Fuzzy Logic* Sugeno yang mencakup fungsi keanggotaan, basis aturan, dan metode defuzzifikasi untuk mempercepat pencapaian setpoint serta menjaga kestabilan suhu ruang pengering?
3. Bagaimana kinerja pengendali *Fuzzy Logic* Sugeno ditinjau dari *rise time*, *settling time*, *overshoot*, dan *steady-state error* pada mode manual maupun mode otomatis?

## **1.3 Tujuan**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan, maka tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan merealisasikan sistem kontrol suhu pada alat pengering cabai berbasis mikrokontroler ESP32 dengan *heater* halogen sebagai aktuator dan DHT22 sebagai sensor umpan balik.
2. Merancang dan mengimplementasikan pengendali *Fuzzy Logic* Sugeno, mencakup fungsi keanggotaan, basis aturan, dan defuzzifikasi *weighted average*, untuk mempercepat pencapaian setpoint serta menjaga kestabilan suhu ruang pengering.
3. Menganalisis kinerja pengendali *Fuzzy Logic* Sugeno berdasarkan *rise time*, *settling time*, *overshoot*, dan *steady-state error* pada mode manual maupun mode otomatis.

#### **1.4 Manfaat**

Penelitian yang dilakukan memberikan manfaat sebagai berikut:

##### **1.4.1 Manfaat Akademis**

1. Memberikan kontribusi pada penerapan metode *Fuzzy Logic* Sugeno sebagai pengendali suhu pada sistem pengeringan hasil pertanian berbasis mikrokontroler.
2. Menjadi acuan bagi penelitian lanjutan mengenai perancangan fungsi keanggotaan dan basis aturan pada sistem kendali suhu dengan karakteristik termal lambat.

##### **1.4.2 Manfaat Praktis**

1. Menghasilkan prototipe alat pengering cabai dengan suhu ruang pengering yang terkendali dan tidak bergantung pada kondisi cuaca.
2. Memberikan fleksibilitas penggunaan melalui dua mode operasi, sehingga pengguna dapat memilih antara pengaturan suhu secara mandiri atau penentuan suhu otomatis berdasarkan massa cabai.
3. Mendukung upaya penanganan pascapanen dan peningkatan nilai tambah cabai bagi petani maupun pelaku usaha mikro olahan cabai.

## 1.5 Batasan Masalah

Penelitian yang dilakukan memiliki beberapa batasan masalah, hal tersebut agar penelitian memiliki fokus dan tujuan yang baik. Batasan masalah tersebut sebagai berikut:

1. Alat pengering cabai dirancang dan dibuat secara berkelompok. Penelitian ini difokuskan pada subsistem kontrol suhu, yang mencakup pembacaan sensor suhu, perancangan pengendali *Fuzzy Logic* Sugeno, dan pengaturan daya *heater*. Perancangan mekanik kabinet, sistem sirkulasi udara, sistem pengukuran massa, dan antarmuka HMI merupakan bagian dari anggota kelompok lain.
2. Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP32 sebagai pengolah utama, dengan *heater* halogen sebagai sumber panas yang dikendalikan melalui modul *AC light dimmer*.
3. Sensor suhu yang digunakan adalah DHT22.
4. Metode *Fuzzy Logic* Sugeno diterapkan sebagai pengendali suhu, yaitu untuk mempercepat pencapaian setpoint dan menjaga kestabilan suhu ruang pengering. Penentuan nilai setpoint pada mode otomatis dilakukan melalui klasifikasi massa dengan aturan tegas, bukan melalui inferensi fuzzy.
5. Pada mode manual, nilai setpoint dapat dipilih pengguna pada rentang 40°C hingga 100°C, sedangkan lama proses ditentukan melalui *timer*.
6. Pada mode otomatis, nilai setpoint ditentukan berdasarkan klasifikasi massa awal cabai, yaitu 60°C untuk massa 100 hingga 500 gram dan 70°C untuk massa 501 hingga 1.000 gram.
7. Pengujian dilakukan pada skala prototipe dengan kapasitas bahan hingga 1.000 gram cabai per proses pengeringan.
8. Jenis cabai yang digunakan pada pengujian adalah cabai merah keriting.
9. Variasi pengujian dibatasi pada perubahan nilai setpoint dan mode operasi, tanpa mempertimbangkan variasi bahan selain cabai.
10. Pengujian dibatasi pada aspek kinerja pengendalian suhu dan penurunan kadar air, tanpa mengkaji mutu organoleptik maupun kandungan gizi produk.

## **1.6 Sistematika Tugas Akhir**

Proposal Tugas Akhir ini memiliki sistematika penulisan agar tercipta susunan yang baik dan rapi, sistematika penulisan beserta pembahasannya sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat tugas akhir, batasan masalah, dan sistematika penulisan laporan.

### **BAB II DASAR TEORI**

Berisikan mengenai teori - teori dasar yang mendukung pada topik penelitian.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Berisikan tentang diagram blok sistem, gambar 3D, komponen-komponen yang dibutuhkan pada perancangan alat, membahas bagaimana sistem berjalan, membahas spesifikasi sistem dan teknik fabrikasinya.

### **DAFTAR PUSTAKA**

Pada bagian terdapat referensi penulisan serta sumber yang dikutip oleh penulis.