

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proses pengeringan merupakan salah satu metode yang banyak digunakan dalam berbagai bidang, baik pada skala rumah tangga maupun industri kecil. Proses ini bertujuan untuk mengurangi kadar air pada suatu bahan sehingga dapat meningkatkan daya simpan serta menjaga kualitas produk. Namun, proses pengeringan yang tidak terkontrol dapat menyebabkan hasil yang tidak merata dan menurunkan kualitas bahan yang dikeringkan, terutama akibat suhu yang tidak stabil selama proses berlangsung.

Salah satu alat yang umum digunakan dalam proses pengeringan adalah oven. Oven sederhana seperti oven tangkring masih banyak digunakan karena harganya relatif terjangkau dan mudah dioperasikan. Namun, oven tangkring umumnya belum dilengkapi dengan sistem pengaturan suhu yang akurat. Pengguna hanya mengandalkan pengaturan sumber panas secara manual, sehingga suhu di dalam oven sulit dipertahankan pada nilai tertentu. Kondisi ini menyebabkan suhu cenderung berfluktuasi dan tidak stabil selama proses berlangsung.

Kestabilan suhu dalam proses pengeringan sangat diperlukan agar sistem dapat bekerja secara optimal. Suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada bahan, sedangkan suhu yang terlalu rendah dapat memperlambat proses pengeringan. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem kontrol suhu yang mampu menjaga suhu agar tetap berada di sekitar nilai *setpoint* yang telah ditentukan. Sistem kontrol suhu digunakan untuk mengatur suhu berdasarkan nilai yang diinginkan sehingga proses pengeringan dapat berlangsung lebih terkontrol [1].

Seiring dengan perkembangan teknologi, sistem kontrol suhu pada oven mulai dikembangkan untuk meningkatkan kestabilan suhu dan efisiensi proses pemanasan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan sensor thermocouple tipe-K pada sistem kontrol suhu oven mampu memberikan respon yang cepat serta pengukuran suhu yang akurat. Selain itu, penggunaan aktuator seperti *solid state relay* (SSR) memungkinkan proses pengaturan sistem pemanas

dilakukan secara otomatis, sehingga respon sistem menjadi lebih cepat dan kestabilan suhu dapat ditingkatkan [2].

Dalam aplikasi industri, sistem pengendalian suhu umumnya menggunakan *temperature controller* yang dirancang khusus untuk menjaga kestabilan temperatur dengan tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan sistem manual. *Temperature controller* seperti TC4S berfungsi untuk mengatur suhu secara otomatis berdasarkan nilai *setpoint* yang telah ditentukan. Perangkat ini akan membaca suhu dari sensor thermocouple kemudian mengendalikan sistem pemanas agar suhu tetap berada pada kisaran yang diinginkan.

Berdasarkan penelitian sistem kontrol suhu menggunakan metode PID mampu meningkatkan kestabilan temperatur dan memberikan respon sistem yang lebih baik dibandingkan metode konvensional [1]. *Temperature controller* TC4S memiliki keunggulan berupa kemampuan kontrol berbasis PID yang mampu mengurangi fluktuasi suhu serta menjaga temperatur lebih stabil terhadap nilai *setpoint*. Selain itu, TC4S juga memiliki fitur *auto-tuning* yang memudahkan proses penyesuaian parameter kontrol tanpa perlu perancangan algoritma secara manual, sehingga lebih praktis dan andal dibandingkan sistem kontrol yang memerlukan konfigurasi kompleks seperti PLC.

Selain sistem kontrol suhu, perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) juga memberikan kemudahan dalam proses monitoring. Dengan memanfaatkan mikrokontroler berbasis *Wi-Fi* seperti ESP32, data suhu dapat dikirim dan dipantau secara *real-time* melalui jaringan internet. Sistem monitoring berbasis IoT memungkinkan pengguna untuk melakukan pemantauan dari jarak jauh tanpa harus berada di lokasi alat secara langsung. Hal ini menjadikan ESP32 lebih efisien dan fleksibel dalam implementasi sistem monitoring berbasis IoT [3].

Berdasarkan permasalahan dan pertimbangan tersebut, diperlukan suatu sistem yang mampu mengintegrasikan kedua fungsi tersebut dalam satu perangkat. Pada tugas akhir ini akan dirancang sistem kontrol suhu *dehydrator* listrik menggunakan oven tangkring berbasis *temperature controller* TC4S dengan monitoring berbasis IoT. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan kestabilan suhu, efisiensi proses pengeringan, serta memberikan kemudahan dalam pemantauan secara *real-time*.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem kontrol suhu pada *dehydrator* listrik dengan menggunakan oven tangkring sebagai ruang pengering, agar mampu menjaga suhu tetap stabil sesuai dengan nilai *setpoint*?
2. Bagaimana mengimplementasikan modul *temperature controller* TC4S yang terintegrasi dengan sensor thermocouple tipe-K dalam mengendalikan sistem pemanas secara otomatis?
3. Bagaimana merancang sistem monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan ESP32 untuk memantau suhu dan waktu proses secara *real-time*?
4. Bagaimana kinerja sistem kontrol suhu dan sistem monitoring pada alat pengering yang ditinjau dari akurasi monitoring dan respons pengendalian suhu?

1.3 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan yang ingin dicapai dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun sistem kontrol suhu pada *dehydrator* listrik menggunakan oven tangkring yang akan digunakan sebagai ruang pengering.
2. Mengimplementasikan modul *temperature controller* TC4S dengan sensor thermocouple tipe-K sebagai sistem pengendali untuk menjaga kestabilan suhu sesuai nilai *setpoint* yang telah ditentukan.
3. Mengembangkan sistem monitoring berbasis IoT menggunakan ESP32 untuk menampilkan data monitoring suhu dan waktu secara *real-time*.
4. Menganalisis kinerja sistem kontrol suhu dan sistem monitoring pada alat pengering berdasarkan akurasi monitoring suhu dan respons sistem kendali.

1.4 Manfaat Tugas Akhir

Manfaat yang diperoleh dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1.4.1 Manfaat Bagi Penulis

1. Menambah pemahaman mengenai penerapan sistem kontrol suhu pada alat pengering menggunakan oven tangkring.

2. Meningkatkan kemampuan dalam merancang dan mengimplementasikan *temperature controller* TC4S pada sistem pengendalian suhu otomatis.
3. Melatih kemampuan dalam mengintegrasikan sistem monitoring berbasis IoT menggunakan ESP32.
4. Melatih kemampuan dalam proses perancangan, perakitan, dan pengujian perangkat elektronika berbasis mikrokontroler dan *controller* industri.

1.4.2 Manfaat Bagi Dunia Pendidikan

1. Dapat menjadi referensi bagi mahasiswa dalam pengembangan sistem kontrol suhu pada aplikasi pemanas atau pengering.
2. Memberikan kontribusi dalam pengembangan penelitian di bidang sistem kendali dan *Internet of Things* (IoT).
3. Memberikan contoh implementasi antara perangkat industri dan mikrokontroler berbasis IoT.
4. Mendukung pengembangan inovasi alat pengering sederhana yang dapat diterapkan pada skala pendidikan maupun laboratorium.

1.4.3 Manfaat Bagi Masyarakat atau Pengguna

1. Memberikan alternatif alat pengering (*dehydrator*) yang lebih stabil dibandingkan oven tangkring konvensional.
2. Membantu meningkatkan kualitas hasil pengeringan karena temperatur dapat dijaga lebih konsisten dan stabil.
3. Memudahkan pengguna dalam memantau suhu secara *real-time* tanpa harus selalu berada di dekat oven.
4. Membantu mengurangi kesalahan pengaturan suhu yang sering terjadi pada proses pengeringan manual.

1.5 Pembatasan Masalah

Agar penelitian yang dilakukan lebih terarah dan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan, maka diperlukan beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Sistem pengendalian pada Tugas Akhir ini menggunakan *Temperature Controller* TC4S sebagai pengendali utama suhu, sedangkan ESP32

difungsikan sebagai sistem monitoring untuk membaca, menampilkan, dan mengirimkan data suhu melalui jaringan internet.

2. Sistem pengendalian suhu menggunakan kendali *Proportional-Derivative* (PD) pada *Temperature Controller* TC4S. Parameter kendali yang digunakan adalah *Proportional Band* (P) = 10 dan *Derivative Time* (D) = 5 yang ditentukan berdasarkan hasil pengujian awal dan digunakan secara tetap selama proses pengujian.
3. Penelitian dilakukan menggunakan oven tangkring yang difungsikan sebagai ruang pengering dengan menambahkan elemen pemanas (*heater*) dengan daya sebesar 500 watt.
4. Sistem monitoring hanya menampilkan informasi suhu secara *real-time* melalui LCD I2C, Google Spreadsheet, dan Telegram Bot, tanpa menyediakan fitur pengendalian alat maupun pengaturan nilai *setpoint* dari jarak jauh.
5. Objek pengujian pada penelitian ini adalah jahe sebagai bahan yang akan dikeringkan atau diturunkan kadar airnya, dengan durasi pengujian yaitu selama 3 jam.
6. Pengujian kinerja sistem dibatasi pada akurasi pengukuran suhu, respons sistem kendali suhu, dan karakteristik proses pengeringan jahe.
7. Penelitian ini tidak membahas analisis perpindahan kalor secara mendalam, analisis konsumsi energi listrik, maupun analisis kualitas hasil pengeringan.
8. Penelitian ini dibatasi pada implementasi sistem kontrol suhu dan sistem monitoring berbasis IoT, sehingga tidak membahas perancangan mekanik alat secara rinci maupun pengembangan perangkat keras di luar komponen yang digunakan dalam penelitian.

1.6 Sistematika Penyusunan Tugas Akhir

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini disusun untuk memberikan gambaran mengenai isi dan pembahasan pada setiap bab sehingga memudahkan pemahaman terhadap penelitian yang dilakukan. Adapun sistematika penulisan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan tugas akhir yang berkaitan dengan perancangan dan pengembangan sistem kontrol suhu *dehydrator* listrik berbasis *Temperature Controller* TC4S dengan monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT).

BAB II : LANDASAN TEORI

Pada bab ini berisi tinjauan pustaka dan teori-teori pendukung yang digunakan sebagai dasar dalam penelitian. Teori yang dibahas meliputi *dehydrator* listrik, sistem kontrol suhu, *Temperature Controller* TC4S, mikrokontroler ESP32, *Internet of Things* (IoT), sensor suhu, serta komponen pendukung lainnya yang digunakan dalam perancangan sistem.

BAB III : PERANCANGAN SISTEM

Pada bab ini dijelaskan mengenai metode penelitian dan perancangan sistem yang dilakukan. Pembahasan meliputi diagram blok sistem, *flowchart* sistem, perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak, serta mekanisme kerja sistem kontrol suhu dan monitoring yang diterapkan pada *dehydrator* listrik.

BAB IV : PROSES PEMBUATAN ALAT

Pada bab ini dijelaskan tahapan pembuatan alat yang meliputi persiapan alat dan bahan, proses perakitan perangkat keras, pemasangan komponen sistem kontrol dan monitoring, pembuatan program pada ESP32, serta integrasi sistem monitoring dengan Google Spreadsheet dan Telegram.

BAB V : PENGUJIAN DAN PERCOBAAN ALAT

Pada bab ini disajikan hasil pengujian dan analisis kinerja sistem *dehydrator* listrik yang telah dirancang. Pembahasan meliputi pengujian sistem monitoring suhu menggunakan sensor, validasi

hasil pembacaan sensor terhadap *temperature controller* TC4S, serta analisis respons sistem kendali. Selain itu, dilakukan pengujian proses pengeringan jahe melalui pengamatan perubahan massa pada beberapa kali pengulangan, analisis penyusutan massa, serta perhitungan laju pengeringan. Hasil dari seluruh pengujian kemudian dianalisis secara menyeluruh untuk mengetahui kemampuan sistem dalam mempertahankan suhu.

BAB VI : PENUTUP

Pada bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, serta saran yang dapat digunakan sebagai bahan pengembangan penelitian pada masa yang akan datang.