

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan teknologi dan berjalannya waktu telah berkontribusi pada penyederhanaan dan peningkatan kualitas hidup modern. Kemajuan teknologi modern telah memudahkan pelaksanaan berbagai tugas sehari-hari, sehingga meningkatkan kualitas hidup individu di seluruh dunia. Teknologi dapat digunakan dalam berbagai tugas, termasuk aktivitas rumah tangga seperti memasak. Kompor adalah salah satu alat rumah tangga yang paling esensial, digunakan oleh sebagian besar individu untuk keperluan memasak. Klasifikasi kompor didasarkan pada sumber energi yang digunakan, dengan kategori termasuk kompor gas dan kompor listrik.

Kompor listrik menjadi solusi modern yang praktis dan aman dalam kegiatan memasak, terutama karena tidak memerlukan bahan bakar gas yang berisiko kebocoran dan mudah habis. Kompor listrik mengubah listrik menjadi panas menggunakan elemen pemanas. Ketika listrik mengalir ke elemen pemanas yang memiliki resistensi tinggi, maka panas akan muncul disebabkan oleh efek joule. Panas yang dihasilkan kemudian ditransfer ke objek yang ingin dipanaskan, seperti air. Namun, kompor listrik konvensional yang mengandalkan pengaturan manual oleh operator sering menimbulkan permasalahan dalam hal kestabilan suhu.

Permasalahan utama menggunakan kompor listrik adalah sulitnya mempertahankan suhu pada titik yang diinginkan secara konsisten dan sering terjadinya overshoot. Pada sistem manual, operator harus terus memantau dan menyesuaikan daya pemanas secara berkala untuk menjaga suhu agar tetap stabil. Selain itu, overshoot yang merupakan kondisi dimana suhu melampaui setpoint yang telah ditetapkan, menyebabkan pemborosan energi dan berpotensi merusak kualitas produk. Sebaliknya, undershoot juga dapat menghasilkan produk yang tidak memenuhi standar. Kedua kondisi ini menunjukkan perlunya sistem kontrol otomatis yang mampu mengatur daya pemanas secara dinamis dan responsif terhadap perubahan suhu aktual.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan sebuah sistem kontrol otomatis yang mampu menjaga kestabilan suhu air pada nilai setpoint yang diinginkan dengan tingkat akurasi yang tinggi. Sistem kontrol yang tepat akan dapat meminimalkan overshoot dan undershoot, serta mengoptimalkan konsumsi energi listrik. Salah satu metode kontrol yang terbukti efektif dan banyak digunakan dalam industri adalah kontrol PID (Proportional Integral Derivative).

Kontrol PID merupakan salah satu algoritma kontrol yang paling populer dan banyak diterapkan dalam sistem kontrol industri karena kesederhanaannya, kemudahan implementasi, serta performa yang handal untuk berbagai jenis plant. Kontroler PID bekerja dengan menghitung nilai error (selisih antara setpoint dan nilai aktual) dan menghasilkan sinyal kontrol berdasarkan tiga komponen utama: proporsional (P), integral (I), dan derivative (D). Komponen proporsional memberikan respon yang sebanding dengan besar error saat ini, komponen integral menghilangkan error steady-state dengan mengakumulasi error dari waktu ke waktu, sedangkan komponen derivative memprediksi error di masa depan berdasarkan laju perubahan error, sehingga dapat meredam overshoot dan mempercepat respon sistem.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Triwidyastuti, Nizar, dan Jusak (2019) yang membandingkan sistem pengendali PID dan sistem pengendali Fuzzy pada proses pasteurisasi susu, pada penelitian tersebut diperoleh hasil bahwa sistem pengendali PID memberikan respon lebih cepat daripada sistem pengendali Fuzzy berdasarkan pengukuran indikator waktu tunda (delay time), waktu naik (rise time), waktu puncak (peak time), dan waktu penetapan (settling time). Hal ini menunjukkan bahwa kontrol PID memiliki keunggulan dalam hal kecepatan respon sistem. Sementara itu, penelitian oleh Lisa Indriyani dan Reza Maulidin (2022) tentang implementasi pengendalian suhu pada sistem pasteurisasi susu dengan metode PID berbasis temperature controller menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode PID dengan parameter yang tepat, sistem mampu mempertahankan suhu dengan nilai error steady-state yang sangat kecil, yaitu kurang dari 2,8%.

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan diatas maka penulis tertarik untuk memilih topik tersebut sebagai topik tugas akhir dengan judul “Sistem Kendali Suhu Pada Pemanas Air Menggunakan Kompor Listrik Berbasis Metode PID”. Pada sistem Kendali ini digunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560 sebagai pengontrol utama yang bertugas untuk membaca data dari sensor, melakukan perhitungan algoritma PID, dan mengeluarkan sinyal kontrol. Pada sistem ini, Arduino Mega 2560 tidak langsung mengontrol elemen pemanas kompor, melainkan mengirimkan output PID ke dimmer Arduino. Dimmer Arduino yang menerima sinyal kontrol dari Arduino dan mengatur nyala kompor berdasarkan algoritma kontrol yang telah diprogram. Untuk membaca nilai suhu air, digunakan sensor NTC (Negative Temperature Coefficient) 10K ohm. Selain sensor suhu, sistem ini juga dilengkapi dengan sensor tegangan ZMPT101B dan sensor arus ZMCT103C untuk monitoring parameter kelistrikan. Sistem ini juga dilengkapi dengan TFT LCD Shield berukuran 2,4 inci yang akan menampilkan informasi penting seperti: suhu aktual air (Process Value/PV), suhu setpoint (SP), nilai PID, tegangan listrik dan arus listrik.

Dengan adanya sistem Kendali otomatis berbasis PID ini, diharapkan temperatur air dapat dijaga pada setpoint yang diinginkan dengan akurat dan stabil, overshoot dan undershoot dapat diminimalkan, konsumsi energi listrik dapat dioptimalkan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan pada latar belakang yang telah dijelaskan, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang alat sistem kendali suhu kompor listrik yang bekerja secara otomatis menggunakan mikrokontroller Arduino Mega 2560?
2. Bagaimana cara membuat Sistem Kendali Suhu Pada Pemanas Air Menggunakan Kompor Listrik Berbasis Metode PID?

1.3 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan yang ingin dicapai dalam pembuatan Tugas Akhir ini adalah:

1. Merancang sistem kendali otomatis untuk mengatur suhu kompor listrik menggunakan menggunakan mikrokontroller Arduino Mega 2560.
2. Merancang dan mengimplementasikan sistem kendali otomatis untuk mengatur suhu kompor listrik menggunakan algoritma PID yang dapat bekerja dengan stabil dan responsif.
3. Menghasilkan *prototype* Sistem Kendali Kompor Listrik berbasis PID yang dapat berfungsi dengan baik dan memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut atau diterapkan pada aplikasi nyata.

1.4 Manfaat Tugas Akhir

Manfaat dari pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Penulis

Dalam pembuatan Sistem Kendali Suhu Pada Pemanas Air Menggunakan Kompor Listrik Berbasis Metode PID, diharapkan penulis mampu menerapkan ilmu baik teori maupun praktik yang dipelajari selama menempuh pendidikan di Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi serta dapat menambah ilmu di bidang kontrol dan ilmu otomasi.

2. Bagi Masyarakat

Dari penyusunan tugas akhir ini diharapkan mampu meningkatkan keselamatan dan tingkat efisiensi kinerja kompor listrik.

3. Bagi Mahasiswa dan Pembaca

Dari penyusunan tugas akhir ini diharapkan dapat menjadi sumber referensi dan informasi yang edukatif, khususnya bagi mahasiswa yang sedang melakukan penelitian, menyusun tugas, tugas akhir, atau skripsi dengan topik pembahasan yang sama.

1.5 Batasan Masalah

Pembahasan masalah pada tugas akhir ini dibatasi pada hal-hal berikut ini:

1. Sistem Kendali yang dirancang menggunakan metode PID (*Proportional-Integral-Derivative*).

2. Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Mega 2560 sebagai pengontrol utama yang menjalankan algoritma PID dan melakukan akuisisi data sensor.
3. Elemen pemanas yang digunakan adalah kompor listrik dengan 500watt dan tegangan kerja rentang 220-240V AC.
4. Media yang dipanaskan adalah air dengan volume tetap sebesar 1 liter pada setiap pengujian untuk menjaga konsistensi hasil.
5. Range setpoint suhu yang diatur adalah 30°C, 40°C dan 50°C, sesuai dengan kemampuan sensor NTC dan aplikasi umum pemanas air.
6. Metode tuning PID yang digunakan adalah metode manual dengan cara *trial-error* pada parameter Kp, Ki dan Kd.
7. Pengujian sistem dilakukan pada kondisi suhu ruangan normal 26°C.
8. Pada sistem ini, sensor tegangan dan sensor arus hanya difungsikan sebagai alat pemantau (monitoring) terhadap besaran tegangan dan arus listrik yang masuk ke kompor listrik.

1.6 Sistematika Tugas Akhir

Demi terwujudnya suatu penulisan yang baik, maka perlu adanya sistematika penulisan. Sistematika dari tugas akhir ini sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang penelitian yang dilakukan selama tugas akhir berlangsung, rumusan masalah yang akan disampaikan pada penulisan laporan, tujuan penyusunan tugas akhir, manfaat penyusunan tugas akhir, pembatasan masalah dan sistematika penulisan laporan tugas akhir.

BAB II DASAR TEORI

Berisi uraian mengenai landasan teori yang mendukung terealisasinya sistem yang telah dibuat.

BAB III METODE PENELITIAN

Berisi tentang metode yang akan diterapkan dalam pembuatan tugas akhir ini, seperti diagram blok komponen penyusun alat gambar 3D, spesifikasi dan fitur alat,serta fabrikasi.

BAB IV HASIL KEGIATAN TUGAS AKHIR

Berisi tentang uraian teknis, perhitungan,serta justifikasi terkait performa alat setelah diuji.

BAB V PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan yang diambil dari sistem yang telah dibuat serta saran untuk pengembangan sistem tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN