

KONTROL SUHU PADA TEKNOLOGI LISTRIK MENGGUNAKAN PID DENGAN ARDUINO UNO

Siti Nur Afni Afiah¹, Dimas Arif Mutaqi^{2*}, Adi Sah Putra³, Al Ahnaf Ariiq Faturachman⁴, Muhammad Rafi Artha Nugraha⁵, Muhammad Zahran Arrafly⁶, Khoirudin Fathoni⁷, Mario Norman Syah⁸

^{1,2,3,4,5,6,7,8} Pendidikan Teknik Elektro, Departemen Teknik Elektro, Universitas Negeri Semarang, Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229

Received: 27 Desember 2024

Accepted: 14 Januari 2025

Published: 20 Januari 2025

Keywords:

Teko Listrik, Kontrol PID, Arduino Uno, Pengontrol Suhu, Efisiensi Energi

Correspondent Email:

dimasarifm14@students.unnes.ac.id

Abstrak. Teko listrik adalah salah satu peralatan rumah tangga yang banyak digunakan untuk merebus air hingga mencapai titik didih. Namun, sebagian besar teko listrik konvensional memiliki keterbatasan, yaitu tidak dapat mengatur suhu sesuai kebutuhan pengguna dan tidak dilengkapi dengan tampilan suhu. Kekurangan ini seringkali membuat pengguna tidak dapat memantau suhu air secara real-time atau menyesuaikan suhu dengan keperluan spesifik, seperti untuk menyeduh teh atau kopi dengan suhu tertentu. Penelitian ini mengembangkan sistem pengontrol suhu pada teko listrik berbasis Arduino Uno menggunakan metode kontrol PID (Proportional-Integral-Derivative). Sistem ini dirancang untuk memungkinkan pengguna menentukan suhu air yang diinginkan sekaligus memantau suhu air saat ini melalui tampilan digital. Pengontrol PID dipilih karena mampu mengatur suhu secara presisi dengan fluktuasi yang lebih sedikit dibandingkan metode kontrol konvensional, seperti kontrol on-off. Tujuan penelitian ini untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pengontrol suhu berbasis Arduino Uno menggunakan metode PID pada teko listrik, mengevaluasi performa pengontrol PID dalam menjaga suhu air tetap stabil sesuai pengaturan pengguna, serta membandingkan kinerjanya dengan metode kontrol on-off. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas kontrol PID dalam meminimalkan fluktuasi suhu, mempercepat pencapaian suhu yang diinginkan, serta meningkatkan efisiensi energi pada teko listrik. Dalam pengujian perangkat diterapkan pada teko listrik untuk mengevaluasi kinerja pengontrol PID dibandingkan dengan kontrol on-off. Hasilnya menunjukkan bahwa pengontrol PID lebih efektif dalam menjaga suhu air tetap stabil sesuai pengaturan pengguna, dengan jumlah fluktuasi yang jauh lebih rendah. Selain meningkatkan efisiensi energi, inovasi ini juga memberikan kenyamanan bagi pengguna dengan menghadirkan sistem yang lebih fleksibel dan hemat energi.

Kata Kunci: Pengontrol Suhu PID, Stabilisasi Suhu, Efisiensi Energi

Abstract. An electric kettle is one of the most commonly used household appliances for boiling water to its boiling point. However, most conventional electric kettles have limitations, such as the inability to adjust the water temperature according to the user's needs and the lack of a temperature display. These shortcomings often prevent users from monitoring the water temperature in real-time or setting specific temperatures for particular purposes, such as brewing tea or coffee at an ideal temperature. This research develops a temperature control system for electric kettles based on Arduino Uno using the PID (Proportional-Integral-Derivative) control method. The system is designed to allow users to set the desired water temperature while simultaneously monitoring the current water temperature through a digital display. The PID controller is chosen because it can regulate the temperature with greater precision and fewer fluctuations compared to conventional

control methods, such as on-off control. The objective of this research is to design and implement a temperature control system for electric kettles using the PID method based on Arduino Uno, evaluate the performance of the PID controller in maintaining water temperature stability according to user settings, and compare its performance with on-off control methods. The testing aims to determine the effectiveness of the PID control method in minimizing temperature fluctuations, speeding up the achievement of the desired temperature, and improving energy efficiency in electric kettles. In the testing phase, the system was applied to an electric kettle to evaluate the performance of the PID controller compared to the on-off control method. The results show that the PID controller is more effective in maintaining water temperature stability according to user settings, with significantly fewer fluctuations. In addition to enhancing energy efficiency, this innovation also provides greater convenience for users by offering a more flexible and energy-saving system.

Keywords: PID Temperature Controller, Temperature Stabilization, Energy Efficiency

1. PENDAHULUAN

Teko listrik merupakan salah satu perangkat yang banyak digunakan untuk memanaskan air dengan cepat. Teko listrik standar biasanya hanya memiliki fungsi on-off sederhana untuk memanaskan air hingga mencapai titik didih 100°C, tanpa kemampuan mengatur suhu sesuai kebutuhan pengguna. Akibatnya, suhu air yang dihasilkan seringkali tidak sesuai dengan kebutuhan optimal untuk berbagai jenis minuman sehingga mempengaruhi kualitas rasa dan kandungan nutrisi.

Pada teko listrik biasa, saat daya listrik disalurkan ke elemen pemanas, elemen tersebut akan memanaskan air di dalam teko dengan daya penuh hingga mencapai 100°C. Tekanan uap yang dihasilkan akan mendorong saklar on-off untuk menghentikan proses pemanasan. Untuk mengatasi masalah tersebut, diperlukan sistem kontrol suhu yang mampu menjaga suhu air sesuai dengan kebutuhan spesifik untuk masing-masing minuman.

Pengendalian suhu yang tepat sangat penting dalam berbagai keperluan sehari-hari, termasuk dalam proses pemanasan air untuk membuat minuman seperti kopi, teh, dan susu. Setiap jenis minuman memiliki suhu ideal yang berbeda untuk menghasilkan cita rasa yang terbaik. Suhu ideal untuk menyeduh kopi adalah sekitar 90°C-95°C[1], sedangkan teh biasanya diseduh pada suhu antara 70°C-80°C, tergantung pada jenis teh yang berbeda-beda[2]. Sementara itu, susu sering dipanaskan pada suhu sekitar 60°C-65°C untuk mempertahankan

kandungan nutrisinya dan mencegah pembentukan lapisan krim[3].

Suhu air untuk penyeduhan kopi, teh dan susu memiliki dampak besar pada seberapa baik hasil dari menyeduh kopi, teh dan susu. Ketika suhu air mendidih 90°C, polifenol yang dihasilkan lebih tinggi, sementara menjadi aktif pada suhu 80°C memiliki sifat antioksidan dan antibakteri yang tinggi [4]. Penelitian yang lain menyebutkan rasa kopi Robusta Cibulao dengan suhu penyeduhan 92°C mendapatkan nilai tertinggi[5]. Dalam penelitian lain telah dicatat suhu air dididih mempengaruhi kadar kafein dan antioksidan berbeda pada suhu tertentu. [6,7].

Penelitian ini meliputi perancangan perangkat keras, pemrograman kontrol PID, dan pengujian kinerja sistem untuk pengaturan suhu yang tepat. Dengan sistem ini diharapkan ketel listrik dapat menghemat energi dengan lebih efisien, lebih responsif terhadap kebutuhan pengguna, dan mendukung pengembangan teknologi rumah berbasis otomasi. Selain itu, penelitian ini memberikan panduan bagi pengembang dan peneliti lain untuk menerapkan kontrol PID pada aplikasi serupa, sehingga membuka peluang lebih luas untuk inovasi teknologi rumah tangga.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam penelitian perancangan dan karakteristik pengontrol suhu teko listrik, diperlukan berbagai penunjang yang mendukung penelitian. Teori pendukung

diperlukan dalam penelitian untuk meningkatkan pemahaman prinsip cara kerja komponen yang digunakan dan memberikan pemahaman teori pendukung lainnya. Teori yang penunjang antara lain Arduino UNO, sensor suhu DS18B20, dan pengontrol PID.

2.1 Arduino Uno

Arduino Uno merupakan rangkaian mikrokontroler berbasis ATmega328 dengan 14 pin input/output digital (yang pin tersebut dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, kecepatan clock 16 MHZ, konektivitas USB, catu daya, header ICSP, dan tombol reset. Papan mikrokontroler menggunakan daya yang dihubungkan ke komputer melalui kabel USB atau ke sumber daya eksternal melalui adaptor AC-DC atau baterai[8].



Gambar 1. Arduino Uno

Tabel 1. Spesifikasi Arduino Uno

Mikrokontroler	Arduino Uno
Tegangan Kerja	5 V
Tegangan Input	7 - 12 V
Batas Tegangan Input	6 – 20 V
Pin Digital I/O	14 (6 pin Output PWM)
Pin Analog Input	6
Arus DC per I/O Pin	40 mA
Arus DC untuk Pin	3.3 V, 50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328)
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock	16 MHz

2.2 Sensor Suhu DS28B20

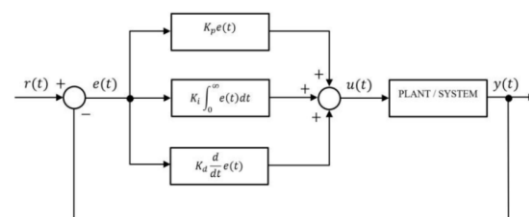
Sensor DS18B20 merupakan perangkat sensor suhu digital dengan menggunakan protokol kabel tunggal (1 wire). Sensor DS18B20 memberikan pembacaan suhu 9 hingga 12-bit. Komunikasi sensor ini dapat dilakukan melalui protokol bus kabel tunggal, yang menggunakan jalur data tunggal untuk berkomunikasi dengan mikroprosesor[9]. Sensor suhu DS18B20 terdiri dari dua dimensi. Paket TO-92 mirip dengan transistor sederhana, dan probe tahan air lebih cocok. Rentang kerja pengukuran suhu adalah -55°C hingga 125°C [8].

Tabel 2. Spesifikasi Sensor Suhu DS28B20

Tegangan Suplai	3V - 5V
Arus Operasi	1.6 mA
Rentang Pengukuran	-55°C sampai 125°C
Form Factor	1-Wire, Probe

2.3 Pengontrol PID

Kontroler proporsional-integral-derivatif atau PID merupakan mengelola mekanisme loop umpan balik dan sering digunakan dalam sistem kontrol industri. Elmer Sperry menciptakan kontroler PID pertama pada tahun 1911 untuk mengotomatiskan mekanisme kemudi kapal. Selanjutnya, pada tahun 1922, Nicolas Minorsky menulis makalah teoritis awal tentang kontrol PID, yang kemudian diimplementasikan dalam kemudi otomatis kapal [10]. Gambar 5 mengilustrasikan diagram blok yang menggambarkan sistem yang diatur oleh kontroler PID, di mana $y(t)$ menunjukkan keluaran yang dikontrol, $r(t)$ menunjukkan sinyal referensi, $e(t)$ menunjukkan sinyal kesalahan, dan $u(t)$ adalah sinyal kontrol.



Gambar 2. Blok Diagram Kontrol PID

Kp (Proportional Gain) berfungsi untuk memberikan respons langsung terhadap error, yaitu perbedaan antara suhu setpoint dan suhu aktual. Semakin besar nilai Kp, semakin cepat sistem bereaksi terhadap error, namun jika terlalu besar, dapat menyebabkan overshoot, yaitu suhu melewati nilai setpoint.

Ki (Integral Gain) digunakan untuk menghilangkan error steady-state, yaitu selisih kecil antara suhu aktual dan suhu setpoint yang dapat terjadi dalam jangka panjang. Nilai Ki yang terlalu tinggi dapat menyebabkan sistem menjadi tidak stabil karena akumulasi error yang berlebihan.

Kd (Derivative Gain) berfungsi untuk meredam perubahan cepat pada error. Kd membantu mengurangi osilasi dan memastikan sistem stabil saat mendekati setpoint, namun nilai Kd yang terlalu besar dapat membuat respons sistem menjadi lambat.

3. METODE PENELITIAN

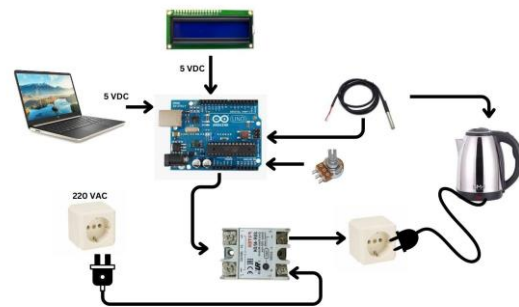
Pembuatan alat Pengontrol suhu pada teko listrik berbasis arduino pada penelitian ini meliputi perencanaan, studi literatur berbagai referensi peralatan elektronik terkait alat, analisis kebutuhan komponen yang digunakan, pembuatan dan pengujian selama implementasi.

1. Desain Alat

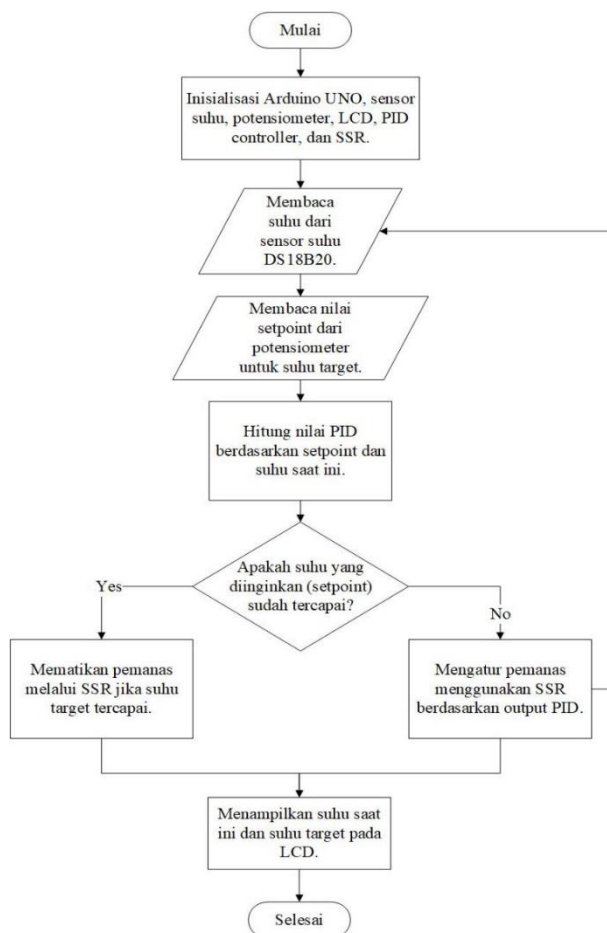
Perangkat ini terdiri dari enam bagian utama: mikrokontroler, rangkaian penggerak pemanas, sensor suhu, tampilan suhu, masukan suhu referensi, dan algoritma kontrol. Rangkaian kontrol suhu pada teko listrik ini dirancang untuk mengatur suhu secara otomatis sesuai dengan suhu yang diinginkan pengguna. Input suhu target diatur melalui potensiometer, yang menghasilkan sinyal analog yang dibaca oleh mikrokontroler Arduino UNO.

Arduino menerima data suhu aktual dari sensor suhu yang dipasang pada ketel listrik. Arduino menentukan apakah ketel listrik perlu dipanaskan dengan membandingkan data dari potensiometer dan sensor suhu. Jika suhu sebenarnya lebih rendah dari suhu yang diinginkan, Arduino mengirimkan sinyal PWM (*Pulse Wide Modulation*) ke modul Solid State Relay (SSR) untuk menyalakan ketel listrik. Sebaliknya, jika suhu mencapai atau melebihi suhu target, Arduino menghentikan sinyal PWM sehingga menyebabkan SSR memutuskan aliran listrik untuk mencegah panas berlebih.

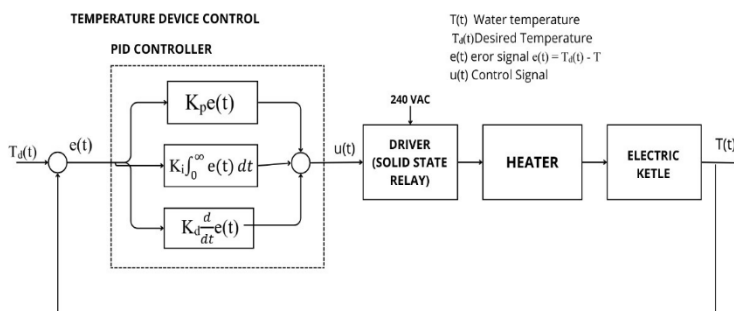
Sistem dilengkapi dengan tampilan 7 segmen yang menampilkan suhu yang diinginkan dan suhu aktual, memberikan informasi real-time kepada pengguna. Untuk menunjang kerja rangkaian, digunakan modul daya 5V DC untuk mentenagai komponen elektronika seperti Arduino, potensiometer, sensor suhu, tampilan layar, dll, sedangkan teko listrik langsung dari catu daya AC 220V melalui SSR. Nilai frekuensi PWM dihitung menggunakan waktu antara dua iterasi loop Arduino (dalam milidetik). Karena terdapat delay (500) dalam loop, maka loop dieksekusi setiap 0,5 detik (500 ms), menghasilkan pembaruan dengan frekuensi sekitar 2 Hz. Secara keseluruhan, rangkaian bekerja secara otomatis untuk menjaga suhu teko listrik pada nilai yang diinginkan, memberikan efisiensi dan kenyamanan dalam penggunaan sehari-hari.



Gambar 3. Skema Rangkaian



Gambar 4. Flowchart

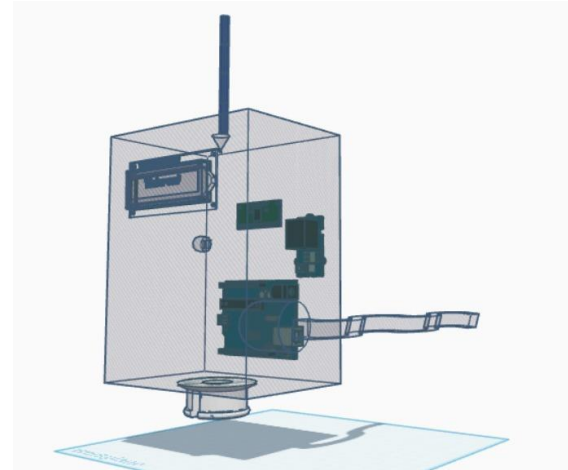


Gambar 5. Diagram Blok Pengontrol PID

Pengontrol PID digunakan untuk mengatur nilai PWM pada Solid State Relay (SSR) sehingga dapat mengontrol daya listrik yang masuk ke elemen pemanas pada teko listrik. Hal ini memungkinkan sistem untuk mengatur suhu air secara presisi dengan memodulasi tegangan yang diteruskan ke elemen pemanas.

Dalam penelitian ini, tuning parameter PID dilakukan menggunakan metode trial and error, di mana parameter awal dicoba dengan nilai K_p

$= 1$, $K_i = 0$, dan $K_d = 0$. Setelah melalui beberapa pengujian dan analisis, ditemukan bahwa nilai parameter yang optimal adalah $K_p = 25$, $K_i = 0.02$, dan $K_d = 1$. Nilai ini dipilih karena mampu memberikan respon yang cepat dalam mencapai setpoint, meminimalkan overshoot, serta menjaga kestabilan suhu dengan fluktuasi yang sangat kecil di sekitar setpoint.



Gambar 6. Desain alat

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Realisasi Alat

Bentuk fisik alat hasil penelitian seperti yang terlihat pada gambar 6.



Gambar 7. Realisasi alat

Hasil pengujian sistem pengontrol suhu pada teko listrik berbasis Arduino Uno dengan metode kontrol PID diperoleh meliputi perbandingan antara pengujian tanpa kontrol

PID dan dengan kontrol PID, yang mencakup waktu pencapaian suhu setpoint, nilai overshoot, serta akurasi pengontrolan suhu. Pengujian menggunakan air sebanyak 1 liter. Hasil dari pengujian yang dilakukan untuk menganalisis performa sistem yang diimplementasikan, menginterpretasikan hasil penelitian, serta membandingkannya dengan teori dan penelitian sebelumnya.

4.2 Percobaan Tanpa Kontrol PID

Tabel 3. Hasil Percobaan Tanpa Kontrol PID

Set poin	Waktu (menit.detik)	Suhu terukur	Overshoot
60°	02.25	66°	6 °
70°	03.02	75,25°	5,25°
80°	03.42	86,75°	6,75°
90°	04.20	97,84°	7,84°

Berdasarkan Tabel 3, hasil pengujian suhu tanpa menggunakan kontrol PID menunjukkan adanya *overshoot* atau suhu terukur yang melebihi *setpoint* yang ditentukan. Misalnya, pada *setpoint* 60°C, suhu terukur mencapai 66°C dengan *overshoot* sebesar 6°C. Fenomena ini terjadi karena sistem tidak memiliki mekanisme kontrol yang dapat menyesuaikan suhu secara akurat. Selain itu, waktu pencapaian suhu juga bervariasi dan cenderung meningkat seiring naiknya nilai *setpoint*. Tanpa kontrol PID, sistem tidak mampu menjaga stabilitas suhu dengan baik, sehingga suhu cenderung melebihi target sebelum akhirnya mendekati kestabilan. Hasil ini menunjukkan pentingnya penggunaan kontrol PID untuk meminimalkan *overshoot*, mempercepat waktu pencapaian *setpoint*, dan meningkatkan akurasi pengontrolan suhu.

4.3. Percobaan Menggunakan Kontrol PID

Percobaan 1 dengan nilai :

$K_p = 25$, $K_i = 0.02$, dan $K_d = 1$

Tabel 4. Hasil Percobaan Menggunakan Kontrol PID

Set poin	Waktu (menit.detik)	Suhu terukur	Overshoot
60°	02.23	63,62°	3,62°
70°	02.39	74,06°	4,06°
80°	03.07	85,87°	5,87°
90°	03.49	95,12°	5,12°

Berdasarkan hasil percobaan pada Tabel 4, kontrol PID menunjukkan performa yang baik dalam menjaga suhu mendekati set point dengan deviasi dan overshoot yang relatif kecil. Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu target cenderung meningkat seiring kenaikan set point, yaitu dari 2 menit 23 detik pada 60°C hingga 3 menit 49 detik pada 90°C. Suhu terukur mendekati nilai set point, meskipun terdapat overshoot yang bervariasi, seperti 5,62 pada 60°C dan 5,12 pada 90°C. Meskipun masih terjadi overshoot, nilai tersebut tidak signifikan dan tetap menunjukkan stabilitas suhu yang baik. Secara keseluruhan, kontrol PID efektif dalam mengatur suhu dengan presisi, meminimalkan fluktuasi, dan menjaga stabilitas sistem.

Dibandingkan dengan hasil percobaan tanpa menggunakan kontrol PID, hasil dari penggunaan kontrol PID mampu meminimalkan overshoot, mempercepat pencapaian suhu target, dan menjaga suhu agar lebih stabil dibandingkan sistem tanpa kontrol PID. Dengan demikian, kontrol PID lebih efektif dalam meningkatkan performa sistem pengatur suhu pada teko listrik.

Tabel 5. Akurasi Pengukuran Suhu

Set poin	Suhu terukur	Selisih	Error %
60°	65,62°	5,62°	9,37 %
70°	74,06°	4,06°	5,80 %
80°	85,87°	5,87°	7,34 %
90°	95,12°	5,12°	5,69 %

Berdasarkan hasil akurasi pada tabel 5, akurasi suhu yang dicapai oleh sistem pengendalian suhu PID cukup baik, meskipun terdapat selisih antara suhu terukur dengan nilai set point. Selisih ini berkisar antara 4,06°C hingga 5,12°C dengan error persentase terendah sebesar 5,69% pada set point 90°C dan tertinggi sebesar 9,37% pada set point 60°C.

Perhitungan Persentase

$$\text{Error\%} = \frac{\text{Selisih}}{\text{Nilai Acuan}} \times 100$$

1. Set Point 60°C

$$\text{Error\%} = \frac{5,62}{60} \times 100 = 9,37\%$$

2. Set Point 70°C

$$\text{Error\%} = \frac{4,06}{70} \times 100 = 5,80\%$$

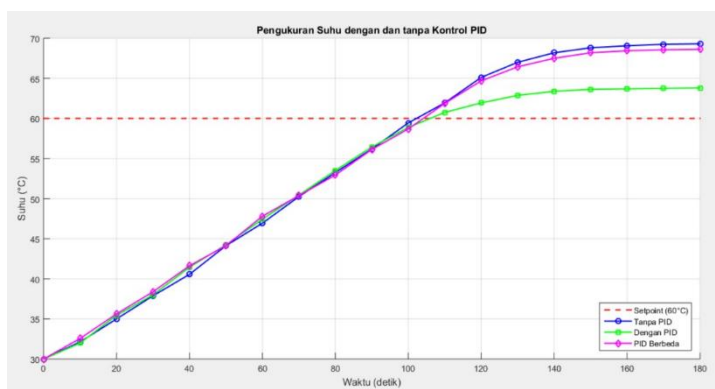
3. Set Point 80°C

$$\text{Error\%} = \frac{5,87}{80} \times 100 = 7,34\%$$

4. Set Point 90°C

$$\text{Error\%} = \frac{5,12}{90} \times 100 = 5,69\%$$

Meskipun terdapat error, nilai tersebut masih dalam batas toleransi yang dapat diterima untuk aplikasi pengendalian suhu. Hal ini menunjukkan bahwa kontrol PID mampu memberikan kinerja yang cukup akurat dalam mencapai dan mempertahankan suhu mendekati set point.



Gambar 8. Grafik Hasil Pengujian 60°

Percobaan 1 tanpa menggunakan PID

Percobaan 2 menggunakan PID dengan nilai :

$K_p = 25$, $K_i = 0.02$, dan $K_d = 1$

Percobaan 3 menggunakan PID dengan nilai :

$K_p = 75$, $K_i = 0.38$, dan $K_d = 1$

Grafik tersebut menunjukkan perbandingan pengukuran suhu dengan dan tanpa kontrol PID pada sistem pemanas. Tanpa menggunakan PID (garis biru), suhu meningkat secara bertahap tetapi tidak mencapai setpoint yang diinginkan sebesar 60°C. Sistem ini cenderung tidak stabil dan memiliki error yang besar karena tidak adanya mekanisme koreksi otomatis untuk menyesuaikan daya pemanas.

Sebaliknya, ketika menggunakan kontrol PID (garis hijau), suhu berhasil mencapai setpoint dengan lebih stabil dan akurat. PID bekerja dengan mengatur daya pemanas secara dinamis untuk mengurangi error antara suhu aktual dan suhu target. Selain itu, kontrol PID dengan parameter berbeda (garis ungu) juga mendekati setpoint, tetapi dengan respon yang lebih lambat dibandingkan PID utama. Perbandingan ini menunjukkan bahwa kontrol PID memberikan performa yang jauh lebih baik dalam mencapai stabilitas dan akurasi suhu dibandingkan sistem tanpa PID.

Sistem pengontrol suhu teko listrik berbasis Arduino Uno dengan metode PID menunjukkan hasil bahwa kontrol PID lebih unggul dibandingkan kontrol on-off, dengan fluktuasi suhu yang lebih rendah dan waktu pencapaian set point yang lebih cepat. Fluktuasi suhu dengan PID berkisar antara 4,06°C hingga 5,87°C, lebih baik daripada tanpa PID yang mencapai 7,84°C. Efisiensi energi meningkat karena pengurangan overshoot dan stabilitas suhu yang lebih baik. Hasil ini konsisten dengan penelitian[11] yang juga menunjukkan keunggulan PID dalam mengontrol suhu dengan fluktuasi minimal. Namun, tingkat error masih mencapai 9,37% pada beberapa set point, yang menunjukkan perlunya penyetelan otomatis parameter PID untuk meningkatkan akurasi.

5. KESIMPULAN

Pengendali PID terbukti mampu menghasilkan fluktuasi suhu air yang lebih sedikit dibandingkan dengan pengendali on-off. Pengendali PID lebih tepat untuk

mengendalikan suhu air dengan presisi yang lebih tinggi. Pengendali PID memberikan kontrol yang lebih stabil dan akurat pada suhu air, mengurangi fluktuasi dibandingkan dengan pengendali on-off. Sistem PID dapat disesuaikan untuk berbagai kondisi, memungkinkan pengontrolan suhu secara presisi.

Percobaan hanya dilakukan dengan volume air 1 liter, sehingga belum tentu hasil yang sama dapat diperoleh dengan volume air yang lebih besar. Pengendali PID membutuhkan penyesuaian penguatan yang berbeda untuk volume air yang lebih besar agar dapat menjaga kontrol suhu yang tepat.

Pengembangan lebih lanjut dapat mencakup penggunaan rangkaian penguatan yang dapat menyesuaikan secara otomatis dengan volume air yang digunakan. Struktur PID atau pengontrol lanjutan lainnya perlu dikembangkan untuk mencakup variasi volume air tanpa memerlukan penentuan penguatan secara manual untuk setiap kondisi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yuliandoko, H., Suardinata, I. W., Julianto, R. A., & Abiandsa, R. C. (2020, November). ANALISIS SUHU OPTIMUM ROASTING KOPI LOKAL BANYUWANGI DENGAN MONITORING SUHU BERBASIS ARDUINO. In *Prosiding Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SEINTRINOV)* (Vol. 6, No. 1, pp. 1086-1094).
- [2] Putri, D. U. P., & Baharza, S. N. (2023). Pengaruh konsumsi teh bunga telang (*Clitoria Ternatea*) sebagai alternatif antioksidan dan booster imunitas pada masa pandemi Covid-19. *Jurnal Ilmiah Permas: Jurnal Ilmiah Stikes Kendal*, 13(1), 109-118.
- [3] Zaman, B. (2022). # NO PUBLISH# Efektivitas mikroenkapsulasi menggunakan susu skim berdasarkan lama dan suhu penyimpanan terhadap viabilitas bakteri *Lactobacillus paracasei* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- [4] Apriani. Rizky 2019. PENGARUH JENIS KULIT KOPI DAN SUHU AIR SEDUHAN TERHADAP KARAKTERISTIK EKSTRAK CASCARA. Skripsi : Universitas Pasundan, Bandung.
- [5] Asiah Nurul, Septiyana Feny, dkk. 2017. IDENTIFIKASI CITA RASA SAJIAN TUBRUK KOPI ROBUSTA CIBULAO PADA BERBAGAI SUHU DAN TINGKAT KEHALUSAN PENYEDUHAN. Bogor. Barometer, (2)(2):52-56.
- [6] Purwakhidyana Radesta dan Kunarto Bambang. 2018. PENGARUH SUHU DAN LAMA WAKTU EKSTRAKSI TERHADAP SIFAT KIMIA KOPI HIJAU (*Coffea canepora* P.). Teknologi Hasil Pertanian, Univeritas Semarang.
- [7] Zarwinda Irma dan Sartika Dewi. 2018. PENGARUH SUHU DAN WAKTU EKSTRAKSI TERHADAP KAFEIN DALAM KOPI. Lantanida Journal, (6)(2):103-202.
- [8] Nugraha, D. A. (2018). *Sistem Pengendalian Suhu pada Boiler Menggunakan Kontroler PID Berbasis Arduino UNO* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- [9] T. A. Siswanto and M. A. Rony, "Aplikasi Monitoring Suhu Air Untuk Budidaya Ikan Koi dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduiono Nano Sensor Suhu DS18B20 Waterproof dan Pelitier Tecl-12706 Pada Dunia Koi," *Skanika*, vol. 1, no. 1, pp. 40-46, 2018.
- [10] Putri, D.D., Nama, G.F. and Sulistiono, W.E., 2022. Analisis Sentimen Kinerja Dewan Perwakilan Rakyat (DPR) Pada Twitter Menggunakan Metode Naive Bayes Classifier. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 10(1).
- [11] Shah, M. B. N., Zailan, N., Abidin, A. F. Z., Halim, M. F., Annuar, K. A., Azahar, A. H., ... & Yaakub, M. F. (2019). PID-based temperature control device for electric kettle. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 9(3), 1683.