



Desain Sistem Kendali Temperatur Oven Listrik Menggunakan Penguat Oprasional 741

Naftalia Trivenia Simbolon^{1*}, Ahmad Aminudin¹, Hera Novia¹

¹Departemen Pendidikan Fisika, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung 40154, Jawa Barat, Indonesia

[*ntrivenia@upi.edu](mailto:ntrivenia@upi.edu)

Abstrak

Seiring dengan meningkatnya permintaan pasar, telah banyak dilakukan inovasi untuk menyempurnakan penggunaan oven. Meskipun begitu, proses kerja oven dilihat dari komponen utamanya yaitu, elemen pemanas (*Heater*). Pengaturan suhu yang tepat akan menghasilkan pemanggangan yang baik sesuai yang dibutuhkan. Oleh karena itu, diperlukannya pengendali suhu agar pemanasan heater dapat terkendali berdasarkan set point suhu yang dibutuhkan. Penelitian akan dilakukan untuk menganalisis kerja kontrol suhu dengan menerapkan metode sistem kendali on/off. Sistem kendali dilakukan menggunakan Komparator 741, dengan tegangan referensi diatur menggunakan potensiometer yang akan dibandingkan dengan tegangan dari sensor termokopel tipe k. Hasil pengendalian temperature pada 70°C mendapatkan maximum overshoot (Mp) sebesar 80,7%, dan rata-rata error sebesar 12 °C. Hasil penelitian menyatakan oven listrik dapat diaplikasikan dan dapat menunjukkan terjadinya perpindahan energi yang diakibatkan adanya perbedaan suhu diantara dua tempat yang berbeda.

Kata kunci: komparator, oven, sistem kendali, suhu

1. Pendahuluan

Industri peralatan rumah tangga diproyeksikan akan tumbuh di tahun-tahun mendatang sebagai tanggapan atas tingginya permintaan perangkat listrik yang dibutuhkan di rumah tangga. Oven merupakan salah satu peralatan rumah tangga yang sudah banyak didistribusikan pada masyarakat, hingga diperkirakan juga pengiriman unit kompor dan oven secara global akan tumbuh menjadi 273 juta pada tahun 2025 (*Cookers & Ovens Unit Sales Worldwide from 2012 to 2025 (in Millions)*, n.d.) Penelitian terhadap oven pun telah banyak dilakukan untuk menyempurnakan penggunaan oven sesuai dengan kebutuhan. Pada kegiatan pengabdian masyarakat telah dilakukan penelitian dengan upaya untuk mendukung penjualan roti dengan menyesuaikan perkembangan teknologi oleh Tri Ari Purnomoaji, dkk (Yudiantoro et al., 2021). *Redesign* isolator dilakukan dengan upaya meningkatkan efisiensi dengan tidak mengurangi cara kerja oven (Rini et al., 2021). Gunawan, dkk melaporkan inovasi teknologi yang bertujuan untuk memudahkan petani tembakau dalam menjaga kestabilan suhu di area oven (Gunawan & Wasil, 2020).

Penerapan system kendali dalam kehidupan manusia telah banyak dilakukan (A. Khaidir Hakam Gilang, 2019; Asmaleni et al., 2020), salah satunya pengendalian terhadap oven (Tümay & Ünver, 2021). Diperlukannya suatu sistem kendali untuk mengendalikan suhu oven untuk mencapai nilai yang diinginkan. Metode kontrol *on/off* merupakan metode yang dapat digunakan pada oven dengan memanfaatkan *relay* sebagai

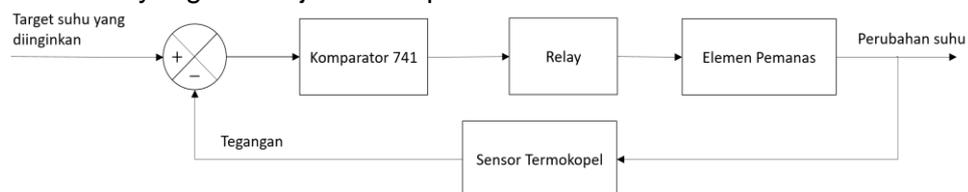


actuator (Purnomoaji et al., 2019). Untuk menerapkan *control on/off*, komparator 741 menjadi pilihan yang tepat karena prinsip kerjanya membandingkan dua tegangan dan mengubah besaran *output* mendekati 0 atau $+V_{cc}$ (Alisrobia et al., 2022). Tegangan referensi dan tegangan dari sensor digunakan sebagai tegangan masukan pada komparator, dengan tujuan perubahan tegangan yang dihasilkan sensor mempengaruhi nilai keluaran dari komparator. Dengan memanfaatkan grafik perubahan suhu yang berbanding lurus dengan tegangan, termokopel tipe-k digunakan dapat digunakan (Setiawan et al., 2013). Ditambah dengan banyak penggunaan sensor tersebut pada penelitian sebelumnya (Pradipta et al., 2022; Wicaksono & Hariyadi, 2020).

Oleh karena itu, perlu dilakukannya analisa kerja pengontrol suhu untuk mendapatkan kontrol suhu yang tepat sesuai set point yang ditentukan, Tegangan keluaran yang dihasilkan pada komparator diterapkan sebagai *control on/off* pada *relay*. Dengan dua tegangan masukan yaitu, tegangan *set point* dan tegangan yang dihasilkan dari sensor termokopel tipe-k.

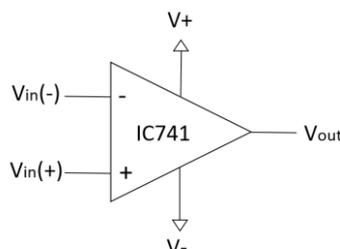
2. Metode

Penelitian ini menggunakan system kendali *loop* tertutup dengan sinyal keluaran yang dihasilkan sebagai umpan balik untuk mengkoreksi sinyal. Sistem tersusun dari beberapa komponen yaitu, Komparator, Relay, Sensor Termokopel Tipe K, Potensiometer, dan Elemen Pemanas (*Heater*). Sistem kendali on/off ditunjukkan pada gambar 1, dimana target suhu diatur dengan potensiometer yang menunjukkan set point tertentu.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem Kendali Suhu Oven

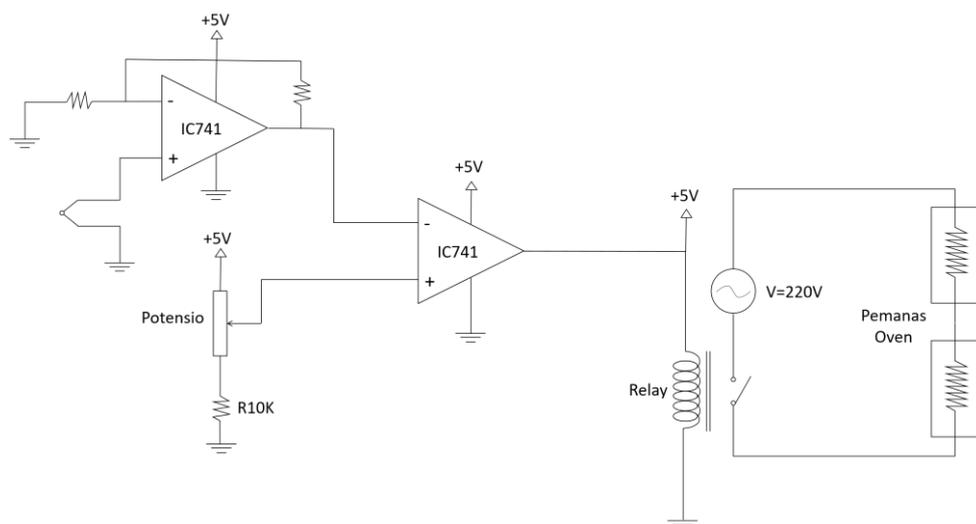
Komparator pada gambar 2 berfungsi untuk membandingkan tegangan dari set point $V_{in}(+)$ dengan tegangan yang dihasilkan dari sensor termokopel $V_{in}(-)$. Apabila $V_{in}(+)$ lebih besar dari $V_{in}(-)$, *relay* akan ON dan mengalirkan listrik pada elemen pemanas sehingga terjadi perubahan suhu. Perubahan suhu yang terjadi terbaca oleh sensor yang mengakibatkan terjadinya perubahan tegangan. Ketika tegangan mencapai atau melebihi nilai *set point*. Komparator akan menghasilkan *output* mendekati nol dan menonaktifkan *relay*.



Gambar 1. Skema Komparator 741

Perlunya dilakukan pengkarakterisasian terhadap potensiometer dan termokopel dengan tujuan agar dapat memperkirakan tegangan yang dibutuhkan untuk mencapai *set point*. Karakterisasi yang dilakukan terhadap potensiometer yang dirangkai sehingga terbentuk rangkaian pembagi tegangan dengan resistor yang digunakan sebesar 10 ohm dan tegangan *input* sebesar 5 Volt. Pembagi tegangan diterapkan dengan tujuan untuk menyesuaikan tegangan yang akan dihasilkan oleh termokopel.

Pengukuran pun dilakukan terhadap termokopel dengan sumber panas yang digunakan dari panas solder dan diukur menggunakan termometer digital dan multimeter. Pengujian dilakukan dengan tujuan untuk menghitung tingkat penguat tegangan yang perlukan. Penguat tegangan dilakukan berdasarkan kemungkinan tegangan maksimal yang akan dihasilkan pada oven. Proses pengukuran dilakukan selama 60 detik. Dua elemen pemanas digunakan pada penelitian ini diberi dengan tegangan 200Volt dipasang secara seri. Sistem disusun menjadi satu hingga terbentuk sebuah rangkaian listrik yang ditunjukkan pada gambar 3.

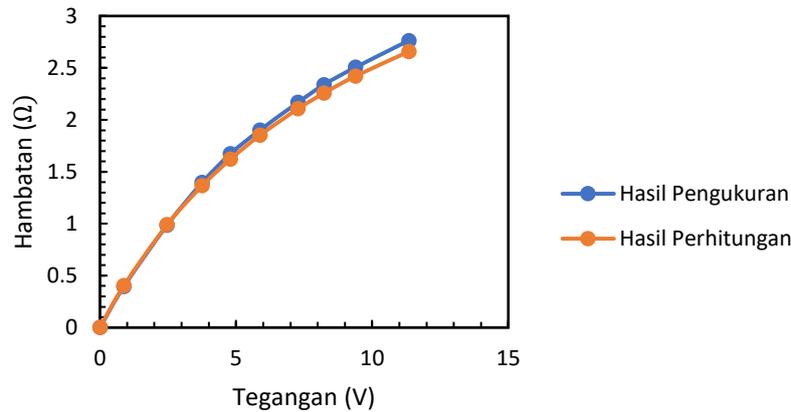


Gambar 2. Rangkaian Listrik Pengontrol Suhu Oven

Setelah rangkaian listrik pengontrol suhu siap untuk dipasangkan pada oven. Dilakukannya pengambilan data perubahan suhu terhadap waktu hasil dari kontrol suhu dan pengujian dilakukan terhadap 50 gram ubi jalar.

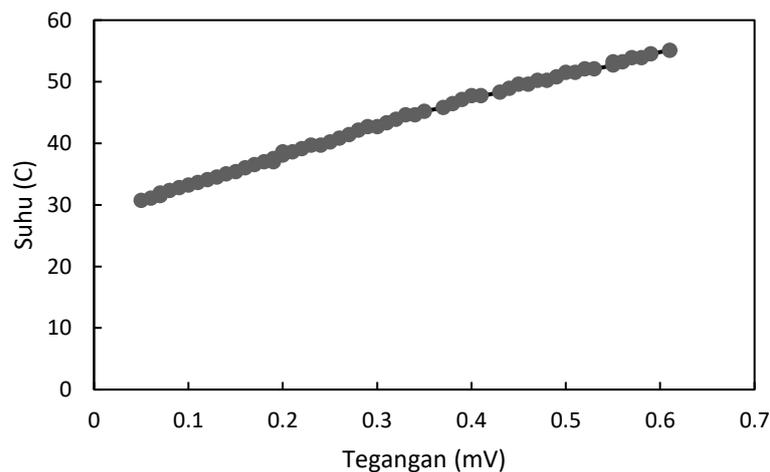
3. Hasil dan Pembahasan

Hasil karakterisasi potensiometer ditampilkan pada gambar 4 berupa grafik nilai hambatan terhadap hasil tegangan pembagi, dihasilkan nilai akurasi sebesar 91,7% dibandingkan dengan hasil perhitungan.



Gambar 4. Karakterisasi Potensiometer

Pada gambar 5 ditunjukkan hasil mengukur besar nilai *output* pada termokopel terhadap perubahan suhu dalam satuan °C.



Gambar 5. Perubahan Suhu terhadap Tegangan

Grafik yang linear menyatakan perubahan suhu (ΔT) akan sebanding dengan perubahan tegangan (ΔV) (Setiawan et al., 2013). Hasilnya menyatakan:

$$4,4495\text{ }^{\circ}\text{C} = 0,1\text{ mV}$$

sehingga,

$$1\text{ }^{\circ}\text{C} = \frac{0,1}{4,4495}\text{ mV}$$

$$1\text{ }^{\circ}\text{C} = 0,0225\text{ mV}$$

Jadi, setiap 1 °C perubahan suhu yang terbaca pada termokopel akan menghasilkan perubahan *output* tegangan sebesar 0,022 mV.

Berdasarkan skala oven konvensional yang digunakan, suhu yang maksimum yang dapat dihasilkan oven sebesar 250 °C. Dilakukan perkalian suhu maksimum dengan kenaikan tegangan per derajat Celsius, didapatkan tegangan maksimum yang dihasilkan sebesar $(250^{\circ}\text{C} \times 0,0225\text{ mV}/^{\circ}\text{C}) = 5,6\text{ mV}$. Berdasarkan tegangan maksimum yang akan dihasilkan dari penguat tegangan sebesar 4,9V maka diperlukannya penguat tegangan *input* sebesar 875 kali. Diambil dari hasil pengukuran

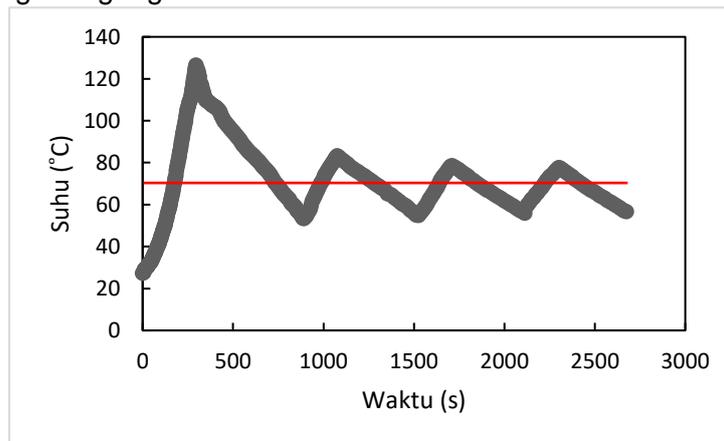


tegangan yang pada termokopel ketika mencapai set point 60, 80, 100 derajat celsius ditampilkan pada tabel 1.

Tabel 1. Pengukuran *Output* Tegangan Termokopel

Set Point (°C)	Tegangan yang dihasilkan(mV)	Tegangan setelah dikuatkan (V)
60	0,84	0,74
80	1,41	1,23
100	1,99	1,74

Sebagai pengontrol tegangan referensi, potensiometer diputar 90° didapatkan grafik pada gambar 3.3 hasil pemanasan oven dengan set point 70°C, dengan suhu awal 27,2°C. Grafik yang ditampilkan pada gambar menunjukkan respon sistem dengan waktu tunda (T_d) sebesar 147 detik, waktu naik (T_r) sebesar 175 detik, waktu puncak (T_p) sebesar 294 detik, *maximum overshoot* (M_p) sebesar 80,7%, dan rata-rata *error* sebesar 12 °C. Komparator 741 bekerja sebagai pembanding dan juga penguat tegangan. Nilai *output* yang dihasilkan dari termokopel sangat kecil sehingga mendapatkan kesulitan untuk dilakukan penguatan dan perbandingan tegangan.



Gambar 6. Grafik Perubahan Suhu dengan *Set Point* 70°C

Pengaplikasian dilakukan dengan memasak 50 gram ubi jalar. Pengujian dilakukan dengan variasi suhu yaitu 80, 90, 100, 110, 120 derajat celsius. Waktu yang diperlukan untuk memasak ubi hingga ubi mencapai kategori pada gambar 7.





(a) (b) (c)

Gambar 7. Tampak Ubi (a) Mentah, (b) Setengah Matang, (c) Matang

Pada tabel 2 menunjukan semakin besar perubahan suhu, maka akan semakin besar terjadinya perubahan kalor pada sistem. Karena secara alaminya sistem (ubi) menerima kalor dari lingkungannya (oven) yang dikarenakan terjadinya perpindahan energi yang diakibatkan adanya perbedaan suhu diantara dua tempat yang berbeda.

Tabel 2. Pengaplikasian Oven dengan Variasi Suhu

Set Point (°C)	Waktu (menit)	Keterangan
80	180	Setengah matang
90	150	Matang
100	120	Matang
110	60	Matang
120	45	Matang



Gambar 8. Tampak Proses Memanggang Ubi

4. Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis desain system kendali suhu oven listrik menggunakan komparator 741. Komparator sangat baik digunakan sebagai pembanding tegangan. Untuk menunjukan kinerja dari oven, dilakukan pengaplikasian dengan memanggang 50 gram ubi jalar dengan variasi suhu 80, 90, 100, 110, dan 120 derajat Celsius. Hasil dari desain system kendali menyatakan oven listrik dapat diaplikasikan dan dapat menunjukan terjadinya perpindahan energi yang diakibatkan adanya perbedaan suhu diantara dua tempat yang berbeda.

Daftar Pustaka

- A. Khaidir Hakam Gilang. (2019). Sistem Kontrol Temperatur, pH, dan Kejernihan Air Kolam Ikan Berbasis Arduino Un. *Teknik Elektro, 02*, 420–427.
- Alisrobia, G., Asri, H. N., Kautsar, M. A., & ... (2022). Analisis Rangkaian Komparator dengan Variasi IC Op-Amp yang Tersedia pada Circuit



- Wizard. *CIRCUIT: Jurnal ...*, 6(2), 116–125. <https://jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/circuit/article/view/11892%0Ahttps://jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/circuit/article/download/11892/7218>
- Asmaleni, P., Hamdani, D., & Sakti, I. (2020). Pengembangan Sistem Kontrol Kipas Angin Dan Lampu Otomatis Berbasis Saklar Suara Menggunakan Arduino Uno. *Jurnal Kumparan Fisika*, 3(1), 59–66. <https://doi.org/10.33369/jkf.3.1.59-66>
- Cookers & ovens unit sales worldwide from 2012 to 2025(in millions)*. (n.d.). Statista Research Department. <https://www.statista.com/forecasts/1134248/cookers-and-ovens-unit-sales-worldwide>
- Gunawan, I., & Wasil, M. (2020). Implementation Internet of Things (IoTs) to Monitoring Temperature Oven Tobacco System Towards 4.0 Industry. *Journal of Physics: Conference Series*, 1539(1), 0–6. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1539/1/012008>
- Pradipta, A., Apatya, Y. B. A., & Krismastuti, H. (2022). *Kendali Suhu Pada Mesin Hostia Baking Oven Menggunakan Sensor Thermocouple Tipe K Temperature Control on Hostia Baking Oven Machine Using Type K Thermocouple Sensor*. 8(1).
- Purnomoaji, A., Syakur, A., & Warsito, A. (2019). Perancangan Sistem Kendali Suhu Pada Oven Listrik Hemat Energi Dengan Metode Kontrol on-Off. *Transient*, 7(4), 868. <https://doi.org/10.14710/transient.7.4.868-874>
- Rini, G. A., Tjahyono, S., & Yuwono, B. (2021). *Redesign Isolator Oven Tenaga Listrik Untuk Meningkatkan Efisiensi dan Cara Kerja*. 518–524.
- Setiawan, F. B., Rizqiyanto, M., & Yiwa, J. U. M. (2013). Oven Terprogram Berbasis Mikrokontroler. *Widya Teknika*, 21(2), 10–14.
- Tümay, M., & Ünver, H. M. (2021). Design and implementation of smart and automatic oven for food drying. *Measurement and Control (United Kingdom)*, 54(3–4), 396–407. <https://doi.org/10.1177/00202940211000084>
- Wicaksono, T. A., & Hariyadi, A. (2020). Implementasi Sistem Kontrol Temperatur Pada Proses Pemanggangan Ubi Cilembu Menggunakan Oven Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Jaringan Telekomunikasi*, 10(3), 136–139.
- Yudantoro, T. R., Sukamto, S., & ... (2021). PENERAPAN TEKNOLOGI IoT PADA SMART OVEN UNTUK TOKO ROTI DANISA. *Prosiding Seminar Hasil ...*, 1096–1106. <https://jurnal.polines.ac.id/index.php/Sentrikom/article/view/2717%0Ahttps://jurnal.polines.ac.id/index.php/Sentrikom/article/viewFile/2717/107499> {Bibliography}