

KARAKTERISTIK SUHU PADA ELEMEN PEMANAS 1800 WATT BERBENTUK SPIRAL

Muhammad Irsan. B¹, Andi Triska Muliana², Gt. Rizal Fitriansyah³

^{1,2,3} DIII Teknik Listrik Politeknik Kotabaru

Jalan Raya Stagen Km. 8,5

[1m.irsan.b@poltekab.ac.id](mailto:m.irsan.b@poltekab.ac.id)

[2anditriskamuliana@yahoo.com](mailto:anditriskamuliana@yahoo.com)

[3gtrizalfitriansyah@gmail.com](mailto:gtrizalfitriansyah@gmail.com)

Dikirimkan: Maret, 2025. Diterima: April, 2025. Dipublikasikan April, 2025.

Abstract

The use of electrical energy is currently increasing along with the increasing human population, especially in Indonesia. Electrical energy has now become one of the basic needs that are widely used in everyday life. The increase in the use of electrical components causes an increase in the need for electrical energy such as the use of heating elements. Electric heating elements are electrical devices that are widely used for various purposes because they are easy to use and their energy sources are easy to obtain. This study aims to determine the temperature distribution and heating rate that occurs in the heating element using 2 (two) different temperature measuring instruments so that more accurate data is obtained. This study was conducted by utilizing 2 (two) measuring instruments that have different characteristics, namely thermocouples and thermoguns. From the research that has been carried out, the measurement accuracy of the thermocouple is higher than using a thermogun, such as in the temperature distribution measured by the thermocouple, a maximum temperature of 557 °C was obtained, while for the thermogun a maximum of 556 °C was obtained. The heating rate obtained by each measuring instrument also has a difference in the thermocouple, the maximum heating rate obtained is 5.03 °C/s with an average of 3.76 °C/s, while using a thermogun the maximum heating rate achieved is 5.05 °C/s with an average of 2.93 °C/s.

Keywords— heating element; thermocouple; thermogun; heating rate.

Abstrak

Penggunaan energi Listrik saat ini semakin meningkat seiring meningkatnya populasi manusia khususnya di Indonesia. Energi Listrik saat ini sudah menjadi salah satu kebutuhan pokok yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Peningkatan penggunaan komponen kelistrikan menyebabkan peningkatan kebutuhan energi Listrik seperti penggunaan elemen pemanas. Elemen pemanas listrik merupakan alat kelistrikan yang banyak dimanfaatkan untuk berbagai keperluan karena kemudahan penggunaan dan juga sumber energinya mudah diperoleh. Penelitian ini bertujuan untuk dapat mengetahui distribusi suhu dan kecepatan pemanasan yang terjadi pada elemen pemanas dengan menggunakan 2 (dua) alat ukur suhu yang berbeda sehingga diperoleh data yang lebih akurat. Penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan 2 (dua) alat ukur yang memiliki karakteristik yang berbeda yaitu termokopel dan *thermogun*. Dari penelitian yang telah dilakukan akurasi pengukuran pada termokopel lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan *thermogun* seperti pada distribusi suhu yang diukur termokopel diperoleh suhu maksimal 557 °C sedangkan untuk *thermogun* diperoleh maksimal 556 °C. *Heating rate* yang diperoleh masing-masing alat ukur juga memiliki perbedaan pada termokopel diperoleh *heating rate* maksimal 5,03 °C/s dengan rata-rata 3,76 °C/s, sedangkan dengan menggunakan *thermogun heating rate* maksimal yang dicapai yaitu 5,05 °C/s dengan rata-ratanya sebesar 2,93 °C/s.

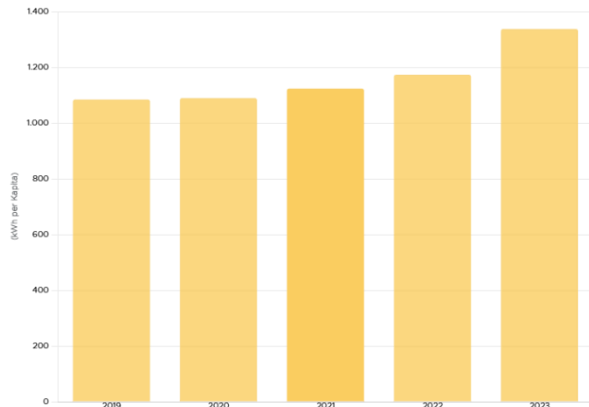
Kata kunci: Elemen Pemanas; termokopel; *thermogun*; *heating rate*.

I. PENDAHULUAN

Penggunaan energi Listrik saat ini semakin meningkat seiring meningkatnya populasi manusia khususnya di Indonesia. Energi Listrik

saat ini sudah menjadi salah satu kebutuhan pokok yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Menurut data dari BPS (Badan Pusat Statistik) konsumsi listrik per kapita

Indonesia 2019-2023 ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Konsumsi Listrik Per Kapita Indonesia 2019-2023 [1].

Menurut Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) melalui Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan diupayakan untuk meningkatkan konsumsi Listrik per kapita untuk dapat mencapai target konsumsi per kapita tahun 2060 sebesar 6.500 kwh [1]. Peningkatan kebutuhan energi Listrik tersebut disebabkan karena meningkatnya penggunaan peralatan yang menggunakan sumber energi Listrik dari sektor industri sampai sektor rumah tangga (kehidupan sehari-hari).

Penggunaan peralatan yang menggunakan sumber energi Listrik semakin meningkat karena peralatan tersebut lebih mudah digunakan. Sektor Industri pada umumnya menggunakan energi Listrik yang besar karena peralatan yang digunakan dalam proses industrinya merupakan peralatan dengan kapasitas daya yang besar seperti motor 3 fasa, elemen pemanas dan sebagainya. Elemen pemanas Listrik banyak digunakan dalam bidang industri, rumah tangga, perhotelan maupun Pendidikan (laboratorium percobaan).

Elemen pemanas listrik merupakan alat kelistrikan yang banyak dimanfaatkan untuk berbagai keperluan karena kemudahan penggunaan dan juga sumber energinya mudah diperoleh. Elemen pemanas direncanakan sebagai alat bantu praktek maupun untuk penelitian yang menggunakan elemen pemanas Listrik. Penelitian ini bertujuan untuk dapat mengetahui distribusi suhu dan kecepatan pemanasan yang terjadi pada elemen pemanas dengan menggunakan 2 (dua) alat ukur suhu yang berbeda sehingga diperoleh data yang

lebih akurat. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi untuk pengadaan alat pemanas Listrik yang lebih optimal sehingga dapat dimanfaatkan dengan baik untuk kebutuhan akademik di Politeknik Kotabaru seperti praktek maupun penelitian.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari karakteristik elemen pemanas berbentuk spiral dengan daya 1800 W. Karakteristik yang diteliti pada penelitian ini adalah distribusi panas yang dihasilkan dan kecepatan pemanasan (*heating rate*) yang terjadi pada elemen pemanas spiral.

II. LANDASAN TEORI

A. Elemen Pemanas Listrik

Elemen pemanas Listrik merupakan alat yang dapat menghasilkan panas dari suatu kawat atau pita yang memiliki resistansi Listrik tinggi sehingga pada saat kawat tersebut dialirkan arus Listrik akan menghasilkan panas dari hambatan tinggi pada kawat tersebut. Biasanya kawat yang digunakan berbahan niklin yang dilapisi oleh isolator pada ujungnya sehingga lebih aman digunakan [2]. Elemen pemanas merupakan alat yang dapat mengubah energi Listrik menjadi energi panas melalui proses *Joule Heating*. Elemen pemanas memiliki berbagai macam bentuk sesuai dengan kebutuhan dan kegunaannya seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 [3].



Gambar 2. Bentuk-bentuk elemen pemanas [3].

Konstruksi elemen pemanas yang baik merupakan elemen pemanas yang menggunakan bahan logam maupun keramik

sesuai dengan kebutuhan dan ketahanan panas yang diperlukan. Elemen pemanas untuk penggunaan dengan kelembaban yang tinggi sebaiknya menggunakan elemen pemanas tahan karat. Bahan yang digunakan sebaiknya yang memiliki ketahanan yang besar terhadap pemanasan joule ($I^2 R$) yang akan terjadi selama pemanasan [4].

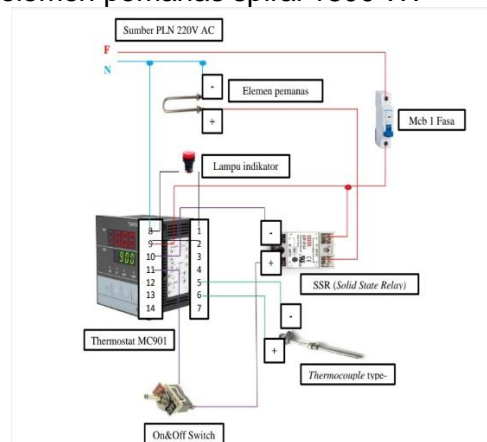
B. Heating Rate

Heating rate merupakan laju pemanasan yang terjadi pada suatu elemen pemanas yang dapat menentukan karakteristik elemen pemanas tersebut. *Heating rate* merupakan parameter dasar yang menggambarkan jenis pirolisis biomassa, seperti; *flash*, *fast*, dan *slow pyrolysis*. Hal tersebut akan menentukan hasil dari pirolisis biomassa, semakin cepat *heating rate* dari proses pirolisis tersebut maka produk yang dihasilkan dominan cairan dan gas [5]. *Heating rate* merupakan gradien suhu reaksi sebagai fungsi waktu. *Heating rate* bergantung pada suhu reaksi dan waktu tinggal [6]. Secara umum semakin tinggi *heating rate* membantu dekomposisi sejumlah besar biomassa dan mengurangi residu padatan. Pengaruh *heating rate* dalam *liquefaction* sebagai perbandingan dengan proses termokimia yang lainnya seperti pirolisis [7]. Dari penjelasan tersebut *heating rate* pada elemen pemanas sangat penting terutama dalam bidang pirolisis untuk dapat menghasilkan produk yang diinginkan. Pengontrolan suhu dan *heating rate* sangat penting dalam menentukan produk yang akan dihasilkan dari proses pirolisis tersebut. *Heating rate* sangat bergantung pada tegangan dan arus yang digunakan untuk menyuplai elemen pemanas. Semakin tinggi tegangan yang digunakan maka kecepatan suhu pemanasan juga semakin tinggi. Faktor tegangan dan waktu sangat mempengaruhi *heating rate* pada elemen pemanas [8].

III. METODE PENELITIAN

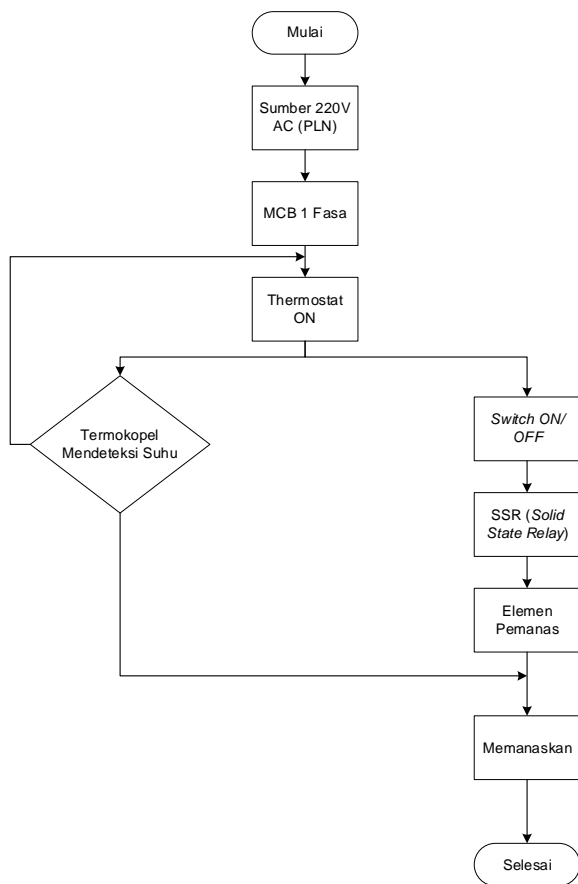
Penelitian dilakukan dengan membuat tungku untuk elemen pemanas dari semen dan batu bata. Tungku dibuat untuk mempermudah pengukuran distribusi suhu yang diperoleh dari 2 (dua) jenis alat pengukur suhu yang berbeda yaitu termokopel dan *thermogun*. Alat dan bahan dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3. Setelah proses pembuatan tungku selesai, elemen pemanas kemudian dirangkai dengan memanfaatkan *thermostat* sebagai alat untuk memantu dan mengontrol suhu. *Thermostat*

digunakan untuk mengontrol suhu agar lebih mudah dalam pengukuran suhu yang diperlukan dalam penelitian. *Thermostat* dihubungkan dengan termokopel yang memiliki sensor suhu untuk mendeteksi suhu sehingga dapat terbaca pada *thermostat*. Pengukuran menggunakan *thermogun* dengan mengarahkan *thermogun* ke dalam tungku sehingga dapat diperoleh suhu yang dicapai oleh elemen pemanas. Pengujian dilakukan sampai suhu dicapai konstan atau tidak ada peningkatan suhu sehingga dapat diperoleh data kenaikan suhu yang maksimal dari elemen pemanas spiral 1800 W.



Gambar 3. Diagram *wiring* sistem pengontrol suhu.

Gambar 4 menjelaskan tentang alur kinerja yang akan terjadi pada elemen pemanas spiral 1800 W. Mekanisme setiap alat yang terjadi pada saat alat dioperasikan sehingga diperoleh data berupa suhu ($^{\circ}C$) dari elemen pemanas yang digunakan. Sumber yang digunakan dari PLN 220V AC, kemudian masuk ke dalam MCB 1 fasa yang berfungsi sebagai sakelar sekaligus pengaman arus Listrik. *Thermostat* akan aktif pada saat dialiri arus Listrik, kemudian akan menyalakan elemen pemanas yang terhubung dengan *thermostat* dengan menggunakan *switch* ON/OFF dan SSR. Termokopel akan mendeteksi suhu dan mengirimkan ke *thermostat* untuk membaca suhu yang dihasilkan dari elemen pemanas tersebut.



Gambar 4. Alur percobaan alat.

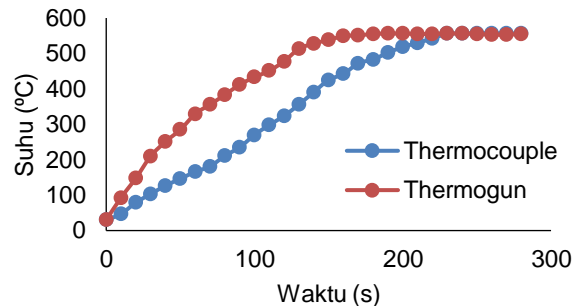
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan data perbandingan suhu dengan menggunakan 2 (dua) alat ukur yang berbeda yaitu *thermogun* dan termokopel. Alat ukur yang digunakan tersebut merupakan alat yang digunakan untuk mengukur suhu dengan karakter pengukuran yang berbeda. Alat ukur termokopel menggunakan *probe* yang dapat mendeteksi suhu dan kemudian dikirimkan ke *thermostat* untuk dapat dikontrol dan *thermostat* juga dapat menampilkan informasi suhu yang dicapai oleh sistem. *Thermogun* menggunakan sistem *infrared* yang mendeteksi suhu pada sistem.

A. Distribusi Suhu Elemen Pemanasan

Distribusi suhu yang terjadi pada penelitian meningkat seiring waktu pemanasan yang dilakukan. Hal ini disebabkan karena semakin lama proses pemanasan terjadi pada elemen pemanas, semakin besar arus yang disuplai dari sumber Listrik dan semakin besar pula hambatan yang diberikan sehingga panas pada elemen pemanas semakin meningkat. Peningkatan pemanasan terjadi karena adanya

peningkatan daya (watt) dari sumber energi Listrik dan juga waktu(s) yang digunakan semakin meningkat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.

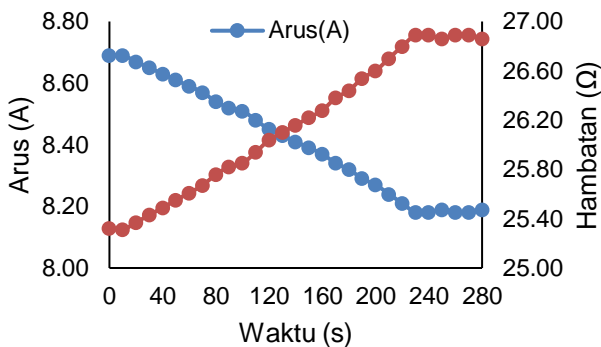


Gambar 5. Distribusi suhu (°C) terhadap waktu (s)

Pada Gambar 3. dapat dilihat peningkatan suhu yang terjadi seiring dengan waktu pemanasan. Semakin lama pemanasan dilakukan pada elemen pemanas, maka semakin tinggi suhu yang diperoleh. Elemen pemanas yang digunakan berbentuk spiral dengan daya maksimal 1800 W. Suhu maksimal yang dapat dicapai dari elemen pemanas tersebut 557 °C untuk *termokopel* dan 556 °C untuk *thermogun*. Termokopel merupakan sensor suhu yang dapat digunakan untuk mengukur suhu yang tinggi. Alat ukur suhu ini banyak digunakan pada dunia industry karena memiliki akurasi yang cukup tinggi [9]. *Thermogun* merupakan alat pengukur suhu yang memanfaatkan sensor *infrared* untuk dapat mendeteksi suhu. *Thermogun* ini digunakan untuk mengukur suhu secara jarak jauh (tidak menempel pada objek) sehingga lebih mudah digunakan. Alat ini sangat berpengaruh terhadap beberapa faktor seperti perubahan suhu udara yang mengakibatkan pengukuran kurang akurat, karena dapat berubah sewaktu-waktu [10]. Hal tersebut menyebabkan pengukuran suhu yang diperoleh ada perbedaan berdasarkan data yang ditunjukkan pada Gambar 3.

Distribusi suhu yang ditampilkan pada Gambar 3. sangat dipengaruhi oleh arus dan hambatan yang ada pada elemen pemanas. Daya maksimal yang dapat diberikan pada elemen pemanas sebesar 1800 W. Peningkatan suhu berpengaruh pada peningkatan hambatan dan penurunan arus sesuai dengan data yang ditampilkan pada Gambar 6. Hal ini menjelaskan bahwa peningkatan suhu pada elemen pemanas

berbanding lurus dengan hambatan (Ω) dan berbanding terbalik dengan arus (A).

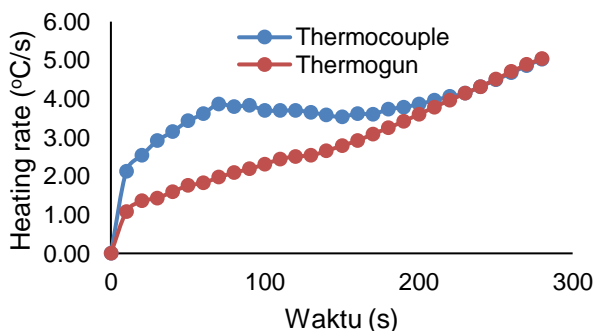


Gambar 6. Hubungan arus (A) dan Hambatan (Ω) terhadap waktu (s)

Gambar 4. memperlihatkan data peningkatan hambatan (Ω) seiring terjadi selama proses pengujian elemen pemanas. Hal ini juga terjadi pada distribusi suhu, peningkatan suhu juga terjadi seiring meningkatnya hambatan.

B. Heating Rate ($^{\circ}\text{C/s}$)

Heating rate merupakan salah satu hal yang penting yang ingin dihasilkan dari penelitian ini. Heating rate diperoleh dari analisis lebih lanjut data distribusi suhu yang telah dihasilkan pada Gambar 7. Semakin tinggi lama pemanasan yang dilakukan oleh elemen pemanas, maka heating rate juga semakin meingkat, sehingga peningkatan suhu yang terjadi memberikan dampak heating rate meningkat. Heating rate rata-rata yang diperoleh dari penelitian ini yaitu $3,76\text{ }^{\circ}\text{C/s}$ untuk pengukuran menggunakan termokopel dan $2,93\text{ }^{\circ}\text{C/s}$ untuk pengukuran menggunakan thermogun. Alat ukur yang paling akurat diperoleh dari pengukuran menggunakan termokopel, karena penggunaannya dengan kontak secara langsung ke elemen pemanas sehingga dapat terukur secara akurat. Data heating rate disajikan pada Gambar berikut.



Gambar 7. Data heating rate sebagai fungsi waktu.

Dari data pada Gambar 6. Diperlihatkan peningkatan yang cukup signifikan terjadi pada pengukuran menggunakan termokopel dibandingkan dengan thermogun. Pada pengukuran menggunakan termokopel heating rate yang diperoleh berkisar antara $2,13 - 5,03\text{ }^{\circ}\text{C/s}$, sedangkan menggunakan thermogun heating rate yang diperoleh berkisar antara $1,08 - 5,05\text{ }^{\circ}\text{C/s}$.

V. KESIMPULAN

Hasil pengukuran suhu dengan menggunakan termokopel memiliki tingkat keakuratan lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan thermogun. Distribusi suhu dan heating rate yang diperoleh dari elemen pemanas spiral 1800 W cukup baik dengan suhu maksimal sebesar $557\text{ }^{\circ}\text{C}$ dalam distribusi suhu, dan juga memiliki heating rate yang tinggi yaitu $5,05\text{ }^{\circ}\text{C/s}$ sehingga pemanas ini dapat digunakan sebagai alat bantu dalam bidang pembelajaran maupun untuk penelitian. Semakin lama proses pemanasan yang dilakukan elemen pemanas, maka semakin tinggi heating rate yang dihasilkan, sehingga waktu pemanasan sangat berpengaruh pada kecepatan pemanasannya (heating rate).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada para mahasiswa dan rekan sejawat yang telah banyak memberikan masukan dan saran baik dari dalam menyelesaikan penelitian dan juga dalam hal menulis laporan sampai jurnal ini dapat terselesaikan.

REFERENSI

- [1] M. Fauzan, "Konsumsi Listrik Per Kapita Indonesia 2019-2023." Diakses: 29 April 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://data.goodstats.id/statistic/konsumsi-listrik-warga-ri-naik-tertinggi-dalam-5-tahun-terakhir-YfeCs>
- [2] S. E. Perangin-angin, A. Hamsi, Mahadi, Tugiman, D. Sitompul, dan Indra, "Komponen-Komponen dan Peralatan Bantu Mixer Kapasitas 6,9 liter Putaran 280 rpm," *Jurnal Dinamis*, vol. 3, no. 4, 2015.
- [3] A. Busairi, "Uji Temperatur Elemen Pemanas Jenis Coil Terhadap Pembengkokan Termoplastik," vol. 2, no. 2, hlm. 16–23, 2020,

- [4] Meriadi, S. Meliala, dan Muhammad, "Perencanaan dan Pembuatan Alat Pengering Biji Coklat Dengan Wadah Putar Menggunakan Pemanas Listrik," *Jurnal Energi Elektrik*, vol. 7, no. 2, hlm. 47–53, 2018.
- [5] T. Kan, V. Strezov, dan T. J. Evans, "Lignocellulosic biomass pyrolysis: A review of product properties and effects of pyrolysis parameters," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 57, hlm. 1126–1140, 2016, doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.185>.
- [6] M. Elhassan, R. Abdullah, M. R. R. Kooh, dan Y.-F. Chou Chau, "Hydrothermal liquefaction: A technological review on reactor design and operating parameters," *Bioresour Technol Rep*, vol. 21, hlm. 101314, Feb 2023, doi: 10.1016/j.biteb.2022.101314.
- [7] J. Komandur, A. Das, dan K. Mohanty, "Thermochemical conversion of woody biomass to energy and high-value products," dalam *Sustainable Biorefining of Woody Biomass to Biofuels and Biochemicals*, Elsevier, 2024, hlm. 125–162. doi: 10.1016/B978-0-323-91187-0.00006-0.
- [8] M. Setyawan, "Studi Pengendalian Pemanas pada Reaktor Hidrogenasi Minyak Nabati Menjadi Greendiesel Dengan Jaket Pemanas," vol. 1, no. 1, hlm. 27–32, 2014.
- [9] Sulistyawan, Anas M, dan Priyono, "Rancang Bangun Furnace Temperatur Tinggi dengan Pengendali Mikrokontrol ATMEGA 8535 Menggunakan Sumber Pemanas Silicon Carbide (SiC)," *Youngster Physics Journal*, vol. 6, no. 3, hlm. 280–284, Jul 2017.
- [10] N. M. Rosanti, D. T. Rahardjo, dan D. Harjunowibowo, "Pengembangan Alat Ukur Suhu Contact Less Thermogun Berbasis IOT Menggunakan Aplikasi BLYNK Sebagai Alat Ukur Suhu Di Era Covid-19," *Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika*, vol. 12, no. 1, hlm. 35, Mei 2022, doi: 10.20961/jmpf.v12i1.60399.