

Rancang Bangun Inkubator Laboratorium Dua Heater Dengan Kendali PID Berbasis Arduino Nano

Nico Fangindoman^{1*}, Setyo Adi Nugroho², Fitri Anindyahadi³

^{1,2,3}DIV Teknologi Rekayasa Elektro-medis/Fakultas Sains Teknologi, ITS PKU Muhammadiyah Surakarta

*Email: 2202405057@students.itspku.ac.id

Kata kunci:

*Inkubator,
Arduino,
Heater, Sensor
DS18B20*

Abstrak:

Suhu berguna untuk berjalanya metabolisme bagi makhluk hidup. Salah satunya bagi bakteri, suhu lingkungan yang tidak sesuai dengan kehidupannya akan mengganggu keberlangsungan hidup bakteri. Inkubator laboratorium yang berfungsi sebagai tempat penelitian kultur yang berisi bakteri harus mempunyai performa yang baik. Berdasarkan bakteri mesofili yang hidup pada rentan suhu 20- 40°C yang pada umumnya di setting pada suhu 37°C, pada banyak kejadian bakteri yang tersimpan dalam inkubator laboratorium tidak mendapatkan suhu yang sesuai karena beberapa faktor yang salah satunya ketidak seragaman suhu didalam inkubator laboratorium. Sehingga ketika analis atau tenaga kerja di laboratorium rumah sakit tidak bisa melakukan uji mikrobiologi pada bakteri dengan baik karena bakteri dalam keadaan yang sudah dalam keadaan tidak baik. Penelitian ini bertujuan untuk mendisain dan merancang alat untuk membuat bakteri atau kultur yang terdapat pada inkubator laboratorium dapat disimpan atau mengukultur mikrobiologi dengan baik dengan membuat suhu didalam inkubator seragam dan stabil sesuai yang diinginkan dengan menggunakan dua heater yang pengukuran suhunya ditampilkan pada display nextion. Untuk mengukur suhu inkubator menggunakan dua sensor DS18B20, pada alat ini menggunakan mikrokontroler nano sebagai pengendali sistemnya. Berdasarkan pada hasil dari perencanaan, pembuatan, dan pengujian yang dilakukan serta didukung teori yang ada, maka dapat diambil kesimpulan alat inkubator bakteri yang dibuat dapat berjalan sesuai dengan yang telah direncanakan sebelumnya. Dari pengujian dan pengukuran suhu yang diuji didapatkan hasil bahwa pengukuran inkubator laboratorium memiliki nilai error berkisar antara 0,57% - 1,11% ini menandakan alat dapat bekerja dengan baik.

Design And Construction Of A Laboratory Incubator With Two Heater With PID Control Based On Arduino Nano

Keywords:

*Incubator,
Arduino, Heater,
Sensor DS18B20*

Abstract

Temperature is essential for the metabolism of living organisms. For bacteria, an unsuitable environmental temperature will disrupt their survival. Laboratory incubators, which serve as research sites for bacterial cultures, must perform well. While mesophilic bacteria thrive in the temperature range of 20-40°C, which is generally set at 37°C, many bacteria stored in laboratory incubators do not reach the appropriate temperature due to several factors, one of which is the non-uniformity of temperature within the incubator. As a result, analysts or hospital laboratory personnel cannot perform microbiological tests on bacteria properly because the bacteria are already in poor condition. This study aims to design and develop a tool to store or cultivate bacteria or cultures in laboratory incubators properly by

maintaining a uniform and stable temperature as desired using two heaters whose temperature measurements are displayed on the Nextion display. To measure the incubator temperature using two DS18B20 sensors, this tool uses a nano microcontroller as the system controller. Based on the results of the planning, manufacturing, and testing carried out and supported by existing theories, it can be concluded that the bacterial incubator device created can run according to previously planned. From the testing and temperature measurements tested, the results showed that the laboratory incubator measurements had an error value ranging from 0.57% - 1.11%, this indicates that the device can work well.

PENDAHULUAN

Laboratorium merupakan fasilitas vital yang dilengkapi peralatan untuk berbagai kegiatan ilmiah seperti percobaan, penyelidikan, dan penelitian, mulai dari apotek, poliklinik, pabrik, lembaga pendidikan, hingga rumah sakit. Salah satu perangkat esensial di laboratorium adalah inkubator, yang berfungsi mengoptimalkan suhu dan kelembapan untuk perkembangan organisme sel, produksi mikroba, penetasan telur, atau penyimpanan sampel (Ariani, 2020).

Kinerja inkubator sangat bergantung pada akurasi pengukuran dan keseragaman distribusi suhu di seluruh ruang. Namun, desain inkubator konvensional sering kali menghadapi tantangan signifikan. Desain umum yang hanya mengandalkan satu sensor suhu dan satu elemen pemanas (heater) sering kali mengakibatkan pembacaan suhu yang tidak seragam pada berbagai sisi ruang. Hal ini menciptakan distribusi panas yang tidak merata, yang dapat memengaruhi hasil eksperimen. Masalah ini terutama disebabkan oleh fakta bahwa satu sensor tidak dapat secara akurat menggambarkan suhu menyeluruh di dalam inkubator, sementara satu sumber panas tidak mampu menjamin penyebaran panas yang merata. (Ariani, 2020).

Berdasarkan penelitian "Rancang Bangun Inkubator Yogurt Berbasis Mikrokontroler Arduino," inkubator ini dirancang untuk mempermudah dan mempercepat proses inkubasi yogurt di laboratorium. Alat ini memiliki keunggulan seperti kapasitas besar hingga 10 liter susu, harga komponen Arduino yang relatif murah, kemudahan penggantian sumber panas (lampu pijar), serta sistem pengontrolan yang mudah. Dari berbagai pengujian yang dilakukan, seperti pengujian sensor suhu, timer, dan LCD, alat ini dinilai berfungsi optimal. Walaupun ada sedikit error pada pengukuran suhu (-2°C), fungsi timer terbukti sangat akurat. Selain itu, hasil validasi oleh para ahli materi dan media menyimpulkan bahwa inkubator ini sangat layak dan berfungsi optimal untuk kegiatan praktikum. Namun, dari sudut pandang pengguna, desainnya masih dianggap kurang praktis karena jumlah lampu pijar yang banyak dapat mengganggu pandangan dan prosedur pengoperasian yang rumit (Santoso dan Sudarto, 2023).

Penelitian yang telah dilakukan oleh Tita Aisyah dan Rendi Dwiyanto dengan judul "Perancangan Inkubator Bakteri Berbasis WEB Sebagai Inovasi Penunjang Laboratorium Mikrobiologi" bakteri merupakan organisme yang paling melimpah di Bumi dan dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang seperti pangan, penelitian, pengobatan, dan industri. Mereka merancang inkubator bakteri yang ekonomis dan konsumsi daya rendah dengan sistem pemantauan suhu berbasis web server ubidots. Inkubator ini terdiri dari dua unit yang dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino Mega dan sensor suhu DS18B20 untuk menjaga suhu stabil pada 37°C . Data suhu dikirim ke web server ubidots melalui ESP8266 untuk memonitor suhu selama proses inkubasi (Aisyah dan Dwiyanto, 2023).

Inovasi dalam optimalisasi elemen pemanas menunjukkan bahwa distribusi suhu yang tidak seragam pada inkubator dapat diminimalkan. Dengan pendekatan optimalisasi kuantitatif elemen pemanas, seperti foil logam, gradien suhu dalam ruang embrio dapat ditekan dari 0.5°C menjadi kurang dari 0.1°C melalui penyesuaian resistansi dan tata letak elemen pemanas di berbagai zona isothermal. Konsep "ruang terkontrol" serupa juga diterapkan pada kelas pintar berbasis IoT, di mana berbagai sensor digunakan untuk memonitor kondisi lingkungan seperti suhu, kelembapan, dan kualitas udara, serta memungkinkan kontrol individual suhu (Burunkaya dan Duraklar, 2022).

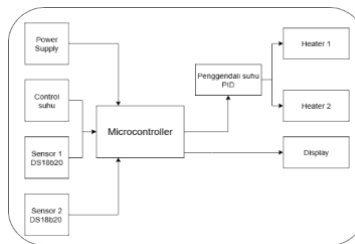
Melihat permasalahan ketidakseragaman suhu yang signifikan dan upaya-upaya sebelumnya yang belum sepenuhnya mengatasi distribusi panas secara merata di seluruh ruang inkubator, penulis merasa perlu mengembangkan solusi yang lebih komprehensif. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada "Rancang Bangun Inkubator Laboratorium Dengan Kendali PID Berbasis Arduino Nano" dengan harapan dapat menciptakan inkubator yang memiliki keseragaman suhu optimal di setiap sudutnya.

PID, singkatan dari Proportional-Integral- Derivative, adalah sebuah algoritma kontrol yang digunakan secara luas di dunia industri dan rekayasa. Sederhananya, PID bekerja seperti otak yang terus-menerus memantau suatu proses, membandingkan kondisi saat ini dengan kondisi yang diinginkan, lalu menyesuaikan output-nya agar keduanya sama. Bayangkan nda mengemudi mobil. Kecepatan yang anda inginkan adalah setpoint, sedangkan kecepatan aktual mobil adalah variabel proses. Kaki Anda yang menginjak pedal gas adalah output.

METODE PENELITIAN

1. Diagram Blok

Diagram alir alat kalibrasi suction pump ditunjukkan pada Gambar 1.

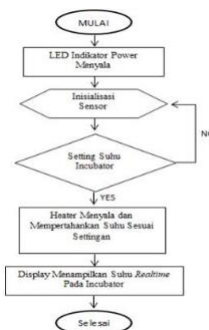


Gambar 1. Blok Diagram

Berdasarkan Gambar 1 terdapat 3 tahap dalam model rancang alat yaitu inputan, proses dan output. Inputan terdiri dari control suhu, dan 2 sensor untuk melanjutkan data ke tahap proses yang menggunakan microcontroller sebagai tahap prosesnya. Microcontroller sebagai otak dari jalannya proses alat ini memproses inputan yang berupa control suhu dan data sensor Ds18b20 untuk mencapai tujuan yang ingin dicapai yaitu membuat suhu ruang pada inkubator lab sesuai dengan settingan, display juga menampilkan suhu realtime pada ruang incubator lab.

2. Diagram Alir

Diagram alir alat kalibrasi suction pump ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir

Berdasarkan diagram alir pada Gambar 2 bahwa proses dimulai dengan menyalakan indikator power kemudian inisialisasi sensor suhu yaitu Ds18b20 yang kemudian sistem menampilkan pilihan setting suhu yang akan dicapai, ketika telah memilih settingan suhu sistem akan bekerja menyalakan

heater, mempertahankan suhu sesuai nilai setting dan menampilkan suhu realtime pada display.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil

Hasil pengujian alat dilakukan dengan menguji dan membandingkan hasil antara termometer digital dan incubator lab, dari suhu 35° - 40°.

Tabel 1. Pengujian Suhu 35°

Suhu Setting (°C)	Alat Ukur	Hasil Pengukuran (°C)				
		1	2	3	4	5
35	Termometer Digital	35,1	35,2	35,3	35,5	35,4
	Inkubator Lab	35	35	35	36	35

Pada tabel 1 dapat diketahui bahwa nilai pengukuran oleh Inkubator Lab lebih tinggi dibandingkan nilai pengukuran oleh Termometer Digital dimana, pada pengukuran ke 4 Inkubator Lab diperoleh nilai 36°C sedangkan pada Termometer Digital diperoleh nilai 35,5°C yang berarti terdapat selisih pembacaan sebesar 0,5°C. Selisih nilai pembacaan paling kecil berada di pengukuran ke 1 sebesar 0,1°C. Gambar 4.2 berikut menunjukkan grafik pembacaan pada suhu 35°C.

Tabel 2. Pengujian Suhu 36°

Suhu Setting (°C)	Alat Ukur	Hasil Pengukuran (°C)				
		1	2	3	4	5
36	Termometer Digital	36,6	36,9	36,9	36,5	36,5
	Inkubator Lab	36	37	37	36	36

Pada tabel 2 dapat diketahui bahwa nilai pengukuran oleh Inkubator Lab lebih tinggi dibandingkan nilai pengukuran oleh Termometer Digital dimana, pada pengukuran ke 2 dan ke 4 Inkubator Lab diperoleh nilai 37°C sedangkan pada Termometer Digital diperoleh nilai 36,9°C yang berarti terdapat selisih pembacaan sebesar 0,1°C. Selisih nilai pembacaan paling kecil berada di pengukuran ke 2 dan ke 3 sebesar 0,1°C. Gambar 4.3 berikut menunjukkan grafik pembacaan pada suhu 36°C.

Tabel 3. Pengujian Suhu 37°

Suhu Setting (°C)	Alat Ukur	Hasil Pengukuran (°C)				
		1	2	3	4	5
37	Termometer Digital	37,2	37,5	37,2	37,3	37,2
	Inkubator Lab	37	37	37	37	37

Pada tabel 3 dapat diketahui bahwa nilai pengukuran oleh termometer digital lebih tinggi dibandingkan nilai pengukuran oleh inkubator lab dimana, pada pengukuran ke 2 termometer digital

diperoleh nilai 37,5°C sedangkan pada inkubator lab diperoleh nilai 37°C yang berarti terdapat selisih pembacaan sebesar 0,5°C. Selisih nilai pembacaan paling kecil berada di pengukuran ke 1,3 dan ke 5 sebesar 0,2°C. Gambar 4.4 berikut menunjukkan grafik pembacaan pada suhu 37°C.

Tabel 4. Pengujian Suhu 38°

Suhu Setting (°C)	Alat Ukur	Hasil Pengukuran (°C)				
		1	2	3	4	5
38	Termometer Digital	38	38,8	38,3	38,4	38,8
	Inkubator Lab	38	39	38	38	39

Pada tabel 4 dapat diketahui bahwa nilai pada pengukuran ke 2 dan ke 5 inkubator lab lebih tinggi diperoleh nilai 39°C sedangkan pada termometer digital diperoleh nilai 38,8°C yang berarti terdapat selisih pembacaan sebesar 0,3°C. Pada pengukuran ke 1 nilai pembacaan inkubator lab sama dengan termometer digital yaitu 38°C. Gambar 4.5 berikut menunjukkan grafik pembacaan pada suhu 38°C.

Tabel 5. Pengujian Suhu 39°

Suhu Setting (°C)	Alat Ukur	Hasil Pengukuran (°C)				
		1	2	3	4	5
39	Termometer Digital	39,1	39,2	39	39,2	39,2
	Inkubator Lab	39	39	39	39	39

Pada tabel 5 dapat diketahui bahwa nilai pada pengukuran ke 2, 4 dan ke 5 termometer digital lebih tinggi diperoleh nilai 39,2°C sedangkan pada inkubator lab diperoleh nilai 39°C yang berarti terdapat selisih pembacaan sebesar 0,2°C. Pada pengukuran ke 3 nilai pembacaan inkubator lab sama dengan termometer digital yaitu 39°C. Gambar 4.6 berikut menunjukkan grafik pembacaan pada suhu 39°C.

Tabel 6. Pengujian Suhu 40°

Suhu Setting (°C)	Alat Ukur	Hasil Pengukuran (°C)				
		1	2	3	4	5
40	Termometer Digital	40,2	40,2	40	40	40,1
	Inkubator Lab	40	40	40	40	40

Pada tabel 6 dapat diketahui bahwa nilai pada pengukuran ke 1 dan ke 2 termometer digital lebih tinggi diperoleh nilai 40,2°C sedangkan pada inkubator lab diperoleh nilai 40°C yang berarti terdapat selisih pembacaan sebesar 0,2°C. Pada pengukuran ke 3 dan ke 4 nilai pembacaan inkubator lab sama dengan termometer digital yaitu 40°C. Gambar 4.7 berikut menunjukkan grafik pembacaan pada suhu 40°C.

2. Pembahasan

Berdasarkan data pengujian yang disajikan, inkubator laboratorium yang dirancang telah melalui serangkaian pengujian untuk mengevaluasi kinerja dan akurasi. Pengujian suhu dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran inkubator laboratorium dengan termometer digital pada setelan suhu 35°C, 36°C, 37°C, 38°C, 39°C, dan 40°C. Pada setelan suhu 35°C, rata-rata pengukuran inkubator laboratorium adalah 35,2°C, dengan error sebesar 0,571%. Hasil pengukuran inkubator lab cenderung naik turun, sedangkan termometer digital cenderung naik. Untuk setelan suhu 36°C, rata-rata pengukuran inkubator laboratorium adalah 36,4°C, dengan error 1,11%.

Hasil pengukuran inkubator lab cenderung naik turun, sedangkan termometer digital cenderung naik. Pada suhu 37°C, memiliki hasil suhu stabil diantara pada suhu lainnya, dengan error 0%. Inkubator lab stabil pada suhu 37°C sementara termometer digital cenderung naik turun. Untuk setelan suhu 38°C, rata-rata pengukuran inkubator laboratorium adalah 38,4°C, dengan error 1,11%. Hasil pengukuran baik inkubator laboratorium maupun termometer digital cenderung naik turun. Pada setelan suhu 39°C, rata-rata pengukuran inkubator laboratorium adalah 39°C, dengan error 0%. Inkubator lab stabil pada suhu 39°C sesuai nilai setelan, sedangkan termometer digital cenderung naik turun. Terakhir, pada setelan suhu 40°C, rata-rata pengukuran inkubator laboratorium adalah 40°C, dengan error 0%. Inkubator lab stabil pada suhu 40°C sesuai nilai setelan, sementara termometer digital cenderung naik turun.

Secara keseluruhan, pengujian suhu menunjukkan bahwa inkubator laboratorium yang dirancang dapat mencapai dan mempertahankan suhu setelan dengan tingkat akurasi yang bervariasi tergantung pada suhu yang diatur. Pada beberapa setelan suhu, nilai yang ditunjukkan oleh inkubator laboratorium lebih stabil dan akurat dibandingkan dengan termometer digital, sementara pada setelan lain, terdapat sedikit perbedaan pembacaan.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat menyimpulkan bahwa:

1. Pengembangan dan Realisasi Alat: Prototipe "Rancang Bangun Inkubator Laboratorium Dua Heater Dengan Kendali PID Berbasis Arduino Nano" berhasil dibuat dan direalisasikan. Alat ini mencakup penggunaan dua sensor DS18B20 untuk pengukuran suhu, dua heater sebagai elemen pemanas, sebuah mikrokontroler Arduino Nano untuk kendali sistem, dan sebuah layar LCD Nextion sebagai antarmuka pengguna.
2. Analisis dan Pengujian Kinerja: Kinerja prototipe inkubator telah dianalisis dan diuji secara akurat. Pengujian yang dilakukan pada rentang suhu 35°C hingga 40°C menunjukkan hasil yang baik. Alat ini berhasil mencapai dan menjaga suhu yang diinginkan dengan nilai error yang rendah.
3. Stabilitas Suhu: Hasil pengujian menunjukkan bahwa inkubator laboratorium yang dirancang dapat mencapai dan mempertahankan suhu yang stabil, terutama pada suhu 37°C, 39°C, dan 40°C. Ini menunjukkan bahwa sistem kontrol PID pada alat bekerja secara efektif untuk meminimalkan fluktuasi suhu.

REFERENSI

- Adiastoro, Mahendra, Adil Arundaya, Galang Putra Prasetya, Dhitsa Anggara Ari Samasta, Mario Norman Syah, dan Tatyantoro Andrasto. (2024). Pengaruh Parameter Pid Kontroler Pada Alat Pemanas Air Otomatis. *CONTEN : Computer and Network Technology*. 4(1):71–80. doi:10.31294/conten.v4i1.3604.
- Aisyah, T., dan R. Dwiyanto. (2023). Perancangan Inkubator Bakteri Berbasis WEB Sebagai Inovasi Penunjang Laboratorium Mikrobiologi. *Jurnal Pendidikan dan Konseling*. 5(2):5431–39. <http://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/jpdk/article/view/14394>
- Ali, Salahuddin, Yusman Yusman, Bakhtiar Bakhtiar, dan Muhammad Raju. (2022). Perancangan Software Robot Pencari Dan Penyusun Menara Lagori Pada ABU Robocon 2022. *Jurnal Teknologi*. 22(2):92. doi:10.30811/teknologi.v22i2.3259.

- Aprilia, AR. (2021). *Sistem Kontrol Suhu Pada Reflow Oven Menggunakan STM32*.
<https://repository.pnj.ac.id/13464/1/R>
- Ariani, F. (2020). Manajemen Sistem Informasi Dan Teknologi Internet of Thing (IoT) Untuk Penetasan Telur Ayam. *Jurnal Manajemen Sistem Informasi*. 10(2):2745–7265.
- Atmajaya, Surya, Aswadul fitri Saiful rahman, dan A. asni B. (2019). Perancangan Control System Pengisian Fluida Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonic Sebagai Level Air & Sensor Flow Indikasi Aliran Air Berbasis Iot. *Jurnal Teknik Elektro Uniba (JTE UNIBA)*. 4(1):18–22. doi:10.36277/jteuniba.v4i1.49.
- Borrong, Raya Hidayat, Zainal Arifin, dan Vera Methalina Afma. (2025). Penggunaan Heater Sebagai Alternatif Efektif Untuk Pemanas Pada Mesin Pengereng Ikan Dan Kerupuk. *PROFISIENSI: Jurnal Program Studi Teknik Industri*. 12(2):145–53. doi:10.33373/profis.v12i2.6931.
- Burunkaya, Mustafa, dan Kazım Duraklar. (2022). *Design and Implementation of an IoT-Based Smart Classroom Incubator*. *Applied Sciences (Switzerland)*. 12(4). doi:10.3390/app12042233.
- Djokorayono, Ronny, Wiranto Budi Santoso, Mugiyono Mugiyono, Usep Setia Gunawan, dan Benawi Santosa. (2021). Rancang Bangun Sistem Monitor Radiasi Gamma Dilengkapi Transmitter Signal 4-20ma Pada Instalasi Pengolahan Bahan Bakar Nuklir. *PRIMA-Aplikasi Dan Rekayasa Dalam Bidang Iptek Nuklir*. 18(1): 41– 50.
- Fuady, K. (2022). *Assembly Setting Suhu Dan Waktu Menggunakan Remote Control Pada Inkubator Bakteri Berbasis Arduino Uno Atmega328*. 7(1):95–100.
- Habibie, MVR. (2024). *Optimasi Parameter Temperatur Dan Kelembaban Pada Incubator Analyzer : Implementasi Arduino Dengan Interface Layar Sentuh*.
- Hafidin, H. (2022). Monitoring Heater Pada Inkubasi Dengan Android. *Medika Teknika : Jurnal Teknik Elektromedik Indonesia*. 3(2):65–70. doi:10.18196/mt.v3i2.13963.
- Huda, Muhammad Bagus Roudlotul, dan Wahyu Dwi Kurniawan. (2022). Analisa Sistem Pengendalian Temperatur Menggunakan Sensor Ds18B20 Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Jurnal Rekayasa Mesin*. 7(2):18–23. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-rekayasa-mesin/article/view/47897/39982>.
- Kamal, Kamal, Ulva Mahanin Tyas, Andi Apri Buckhari, dan Pattasang Pattasang. (2023). Implementasi Aplikasi Arduino Ide Pada Mata Kuliah Sistem Digital. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi (TEKNOS)*. 1(1):1–10.
- Kurul, Fatma, Meryem Beyza Avcı, H. Bertan Acar, Seda Nur Topkaya, dan Arif E. Cetin. (2025). Incubator- Integrated Electrochemical Analysis Platform for Cell-Based Studies. *Npj Biosensing*. 2(1):1–14. doi:10.1038/s44328-025-00030-5.
- Lalu Deri Purnama Arya Putra, Wisnu Kartika, Susilo Ari Wibowo. (2024). *Rancang Bangun Prototipe Dry Bath Incubator*. <https://journal.umy.ac.id/index.php/mt/article/view/14691>.
- Muhammad Ifan Saputra, Helmy Fitriawan, Herlinawati, Sumadi, dan Wayan Denny Putra Wijaya. (2025). Sistem Pemantauan Suhu Dan PH Air Kolam Budidaya Udang Vaname Menggunakan Aplikasi Blynk Berbasis Nodemcu ESP8266. *Electrician : Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Elektro*. 19(2):208–15. doi:10.23960/elc.v19n2.2812.
- Ponimat, Mansur, dan Alun Sujjada. (2021). Sistem Pengatur Suhu Kelembaban Ruangan Pada Budidaya Jamur Tiram Berbasis Arduino. *Jurnal Teknik Informatika UNIKA Santo Thomas*. 06:340–46. doi:10.54367/jtiust.v6i2.1548.
- Pratama, NY. (2023). *Simulasi Inkubator Bakteri Bersuhu Rendah Menggunakan LCD Touchscreen*. 161.
- Rahman, N. (2023). *Analisis Perbandingan Kinerja Sensor Suhu Ds18b20, Sensor Suhu Lm35, Dan Sensor Suhu Pt 100 Untuk Sistem Pengukuran Kualitas Air Dengan Metode Kalibrasi Euramet Cg-13*.
- Salsabila, Nabila, Ridha Amalila Choir, Siti Ike Nur Jannah Tiara, Moza Oriana Rahmadinanti, Hanim Isti Fadah, Maryani Maryani, dan Alex Harijanto. (2023). Rancang Alat Praktikum Untuk Mengukur Suhu Menggunakan Sensor Ds18B20 Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Sains Riset*. 13(2):409–18. doi:10.47647/jsr.v13i2.1591.

Santoso, Minnar Titis, dan Gitut Sudarto. (2023). Rancang Bangun Inkubator Yogurt Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Jurnal Basicedu*. 7(6):3368–78. doi:10.31004/basicedu.v7i6.6125.