

Thermostat Automation for Controlled Temperature in Simulated Incubator

Ekha Rifki Fauzi¹, Angger Maharesi², dan Kamonthip Doungjan³

Universitas PGRI Yogyakarta¹

RSUD Prambanan Yogyakarta²

Ministry of Public Health Bangkok, Thailand³

ekharifkifauzi@gmail.com¹, aananggermaharesi92@gmail.com², nongluck8e88@hotmail.com³

Abstrak

Morbiditas dan mortalitas neonatus biasanya disebabkan oleh prematuritas neonatus atau BBLR (berat badan lahir rendah). Selanjutnya, neonatus prematur akan diberi obat pada inkubator. Perangkat inkubator harus membuat lingkungan yang cocok untuk bayi seperti tingkat suhu yang stabil, konsentrasi oksigen, dan kelembaban. Tingkat suhu harus dipantau sekitar 36°-38°C pada perangkat inkubator neonatus. Tujuan penelitian ini ialah pengujian tingkat presisi atau akurasi suhu hasil pengontrolan termostat. Termostat dapat digunakan untuk mendapatkan suhu batas atas & bawah yang telah ditentukan inkubator. Selain itu, produk pengujian ini yang disimulasikan memiliki kunci relai yang berfungsi untuk mencegah perangkat rusak karena aliran listrik yang tidak stabil dari sumber listrik. Hasil pengujian yang telah dilakukan mendapatkan hasil dari suhu batas rendah 20 derajat dengan rerata 20.15 derajat sedangkan suhu batas atas 60 derajat diperoleh rata-rata 65.25 derajat. Tentunya dalam simulasi ini masih tahap awal pengujian pengontrolan suhu dengan termostat. Meskipun demikian, simulasi termostat ini secara khusus dapat digunakan kedalam sistem pengaturan suhu pada perangkat peralatan inkubator neonatus.

Kata Kunci — *Bayi Prematur, Termostat, Suhu Tubuh*

Abstract

Neonatal morbidity and mortality are usually caused by neonatal prematurity or BBLR (low birth weight). Next, premature neonates will be given the drug in the incubator. The incubator device should create a suitable environment for babies such as a stable temperature level, oxygen concentration, and humidity. The temperature level should be monitored around 36°-38°C on neonatal incubator devices. The purpose of this study is to test the level of precision or temperature accuracy of the thermostat control results. The thermostat can be used to obtain the incubator's predetermined upper & lower limit temperatures. In addition, this simulated test product has a relay key that serves to prevent the device from being damaged due to unstable electricity flow from the power source. The results of the tests that have been carried out get results from a low limit temperature of 20 degrees with an average of 20.15 degrees while the upper limit temperature of 60 degrees obtained an average of 65.25 degrees. Of course, this simulation is still the initial stage of testing temperature control with a thermostat. However, this thermostat simulation can specifically be used in the temperature regulation system in neonatal incubator equipment devices.

Keywords — *Premature Baby, Thermostat, Temperature*

I. PENDAHULUAN

Kelahiran prematur didefinisikan sebagai bayi yang lahir sebelum usia kehamilan 36 sampai 37 minggu dan berat badan lahir rendah kurang dari 2,5 Kg. Selain itu, kematian dan kesakitan bayi telah menyebabkan berat badan lahir rendah dan kelahiran prematur [1]. Kelahiran prematur khususnya memiliki risiko kematian yang tinggi. Kematian lahir telah menjadi masalah kesehatan masyarakat yang penting. Selain itu, bayi prematur sering rentan terhadap hipotermia, terutama dengan berat badan lahir rendah [2].

Oleh karena itu, kelahiran prematur memerlukan perhatian khusus karena beberapa bagian tubuh yang vital, enzim, dan sistem biokimia mungkin tidak tumbuh dengan baik [3] atau mungkin juga terhalang oleh penyakit dengan status kesehatan yang buruk seperti hipoksia [4].

Kelahiran prematur pasti memiliki kendala dalam kemampuan mengatur suhu dan menghasilkan panas tubuh. Sebagai akibat dari masalah prematur, mereka membutuhkan perawatan khusus untuk menyelamatkan hidup mereka [5]. Salah satu alat kesehatan untuk menyelamatkan kelahiran prematur adalah inkubator neonatus. Khususnya inkubator neonatal dapat mengatur suhu seperti di rahim pada sekitar 36°-37°C [6].

Selain itu, inkubator neonatus sebenarnya dapat menciptakan lingkungan untuk kelangsungan hidup bayi. Inkubator bayi benar-benar dapat mengontrol oksigen, suhu, dan kelembaban. Maka suhu adalah parameter utama yang perlu dipantau dan dipertahankan. Selain itu, masalah lain telah meningkat bahwa perangkat inkubator telah membuat biaya operasional yang tinggi di pengguna dan secara negatif tidak praktis di negara berkembang [7]. Penelitian sebelumnya telah mengungkapkan desain dan penerapan perangkat digital khusus dan pengontrol suhu yang dapat diprogram untuk inkubator neonatal [8].

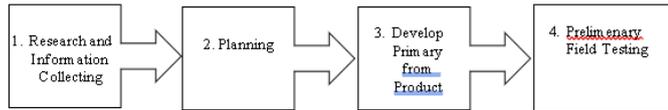
Sistem utama inkubator bayi harus menghasilkan lingkungan yang sesuai untuk bayi baru lahir prematur yaitu tingkat oksigen, kehilangan panas, dan kelembaban. Salah satu aspek yang paling penting adalah tingkat suhu yang perlu dipantau dan dipelihara dengan kesalahan minimum [9]. Sistem pengontrol suhu untuk inkubator neonatus telah dipelajari oleh peneliti sebelumnya. Mereka menggunakan

berbagai sistem pengontrol suhu seperti PI, pengontrol *on-off*, *Logika Fuzzy*, dan PID [10], [11].

Semua penelitian ini telah dirancang dengan pengontrol komponen suhu yang berbeda dan sistem panas. Penelitian ini mengusulkan metode pengontrol suhu simulasi adaptif dengan termostat. Sistem simulasi ini diharapkan dapat menerapkan pengendalian suhu yang dapat diterapkan terutama di daerah terpencil di negara berkembang seperti Indonesia.

II. METODE DAN MATERIAL

A. Kerangka Teori



Gambar 1. Alur Penelitian[12]

- *Research and Information*,

Pada langkah ini meliputi studi pustaka yang berkaitan dengan permasalahan factual, pengukuran kebutuhan penelitian dalam skala kecil, dan persiapan merumuskan kerangka kerja penelitian..

- *Planning*,

Langkah ini untuk mengembangkan rencana penelitian yang meliputi perumusan kebutuhan berkaitan dengan masalah pengaturan suhu, menentukan tujuan yang ingin dicapai, langkah-langkah desain atau penelitian dan apabila memungkinkan/perlu melakukan studi kelayakan secara terbatas.

- *Develop Primary from of Product*,

Pegembangan bentuk awal produk yang akan dikembangkan. Termasuk dalam langkah ini adalah penyusunan komponen pendukung, penyusunan pedoman dan manual, serta evaluasi kelayakan alat pendukung..

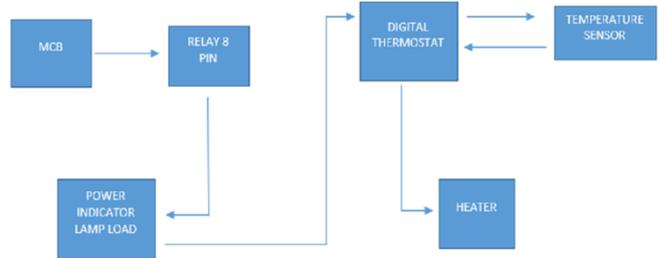
- *Preliminary Field Testing*,

Tahapan ini melakukan uji coba lapangan awal dalam skala terbatas. Pengumpulan dan analisis data dapat dilakukan dengan *trial-error*.

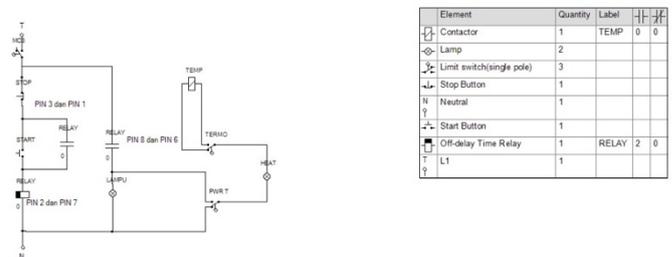
A. Alat

Berikut ini adalah alat-alat yang digunakan antara lain:

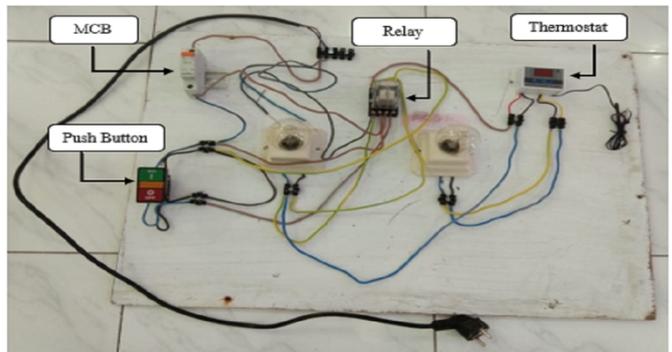
Device Name	Total
MCB	1
Push Button	1
Fitting Lamp	2
Incandescent Lamp	2
Jumper	1
Digital Termostat	1
Relay 220V	25



Gbr. 1 Diagram Blok dari Otomatisasi Termostat untuk Suhu Terkendali di Inkubator Simulasi



Gbr. 2 Pengkabelan Otomatisasi Termostat untuk Suhu Terkendali di Inkubator Simulasi



Gbr. 3 Otomatisasi Termostat untuk Suhu Terkendali di Inkubator Simulasi



Gbr. 4 Percobaan Termostat Pengontrol Suhu

Device Name	Specification	Total
Combination pliers	Tekiro	1
Solder	Denko K220	1
Cutter pliers	Tekiro	1
Screwdriver +	Tekiro	1
Screwdriver -	Tekiro	1
Termometer Digital	Krisbo	1

B. Bahan

Dalam pembuatan alat simulasi inkubator ini menggunakan beberapa bahan. Bahan-bahan yang digunakan dalam proses pembuatan simulasi ini antara lain:



Gbr. 5 Termometer Digital

C. Teori

Teori dasar dalam simulasi ini akan ditunjukkan di bawah ini:

- 1) MCB (Miniature Circuit Breaker) telah dijelaskan suatu alat elektromekanis yang berfungsi untuk melindungi suatu rangkaian listrik dari sumber listrik yang tinggi. MCB khususnya telah banyak digunakan dalam rangkaian listrik untuk menunjukkan aliran dua arah dari informasi terkini MCB yang melibatkan nilai pengaturan, status kerja, dan nilai MCB saat ini [13]. Memang pada umumnya MCB dapat memutuskan suatu sumber listrik dengan otomatis apabila suatu daya listrik mengalir pada MCB yang suatu daya telah melebihi suatu sumber tegangan. Namun MCB dapat berfungsi sebagai switcher untuk menghubungkan atau memutuskan sumber listrik dengan cara manual dalam kondisi kelistrikan normal. MCB sebenarnya memiliki fungsi seperti sekering yaitu untuk memutuskan sumber listrik pada suatu rangkaian ketika memiliki hambatan dalam energi tinggi. energi listrik yang tinggi biasanya disebabkan korsleting atau beban lebih. Namun, MCB dapat didorong untuk kembali ON ketika rangkaian listrik sudah dalam kondisi normal. Selain itu, sekering yang telah diputus menjadi energi listrik, dapat digunakan kembali karena sumber hambatan yang sangat tinggi.
- 2) *Push button*
Push button didefinisikan sebagai komponen/*switcher* sederhana yang berfungsi untuk menyambung atau memutuskan sumber listrik dengan menekan tombol *unlock*. Sakelar akan berfungsi sebagai penghubung atau pemutus perangkat sumber listrik ketika *push button* telah ditekan, dan dicabut maka sakelar akan kembali dalam kondisi normal dalam sistem kerja *unlock*. *Push button* juga memiliki dua jenis yaitu ON dan OFF (1 dan 0). Selain itu, perangkat listrik sebenarnya membutuhkan sumber listrik yang membutuhkan posisi ON dan OFF. Karena *push button* menjadi alat utama untuk menyambung dan memutuskan suatu daya listrik.
- 3) *Relay*
Relay AC telah mengungkapkan sebuah komponen elektronik yang memiliki dua bagian utama yaitu koil atau elektromagnetik dan mekanik. Relai proteksi didefinisikan sebagai komponen yang digunakan untuk mengamankan rangkaian listrik dari kondisi tidak stabil. Selanjutnya, telah bekerja secara otomatis untuk menghubungkan atau memutuskan peralatan listrik

[14]. *Relay* telah memanfaatkan elektromagnetik utama sebagai kontak saklar bergerak. Ini dapat digunakan untuk mengalirkan sumber listrik yang lebih rendah ke menjadi daya listrik yang tinggi. *Relay* biasanya memiliki kapasitas yang besar sehingga sering dikemas dengan proteksi transparansi. Pengguna sebenarnya dapat mengetahui bagaimana sistem mekanis bekerja dalam sistem ini. Jika telah dialirkan tegangan yang berada di antara dua kondisi tersebut, maka akan mendapat suara ketika tuas telah digerakkan. Tuas pertama-tama terhubung dengan terminal keluaran NC (*Normally Close*) yang akan berpindah ke terminal keluaran NO (*Normally Open*). Selanjutnya jika daya listrik tidak dapat mengalir, biasanya tuas akan kembali ke posisi semula karena telah menggunakan plat fleksibel yang baik untuk menangkap jarak antara dua terminal. Memang rele memiliki proteksi dari gangguan luar pada sistem kerja.

- 4) Digital Termostat
 Termostat telah didefinisikan sebagai komponen untuk menghubungkan atau memutuskan sumber listrik. Selain itu, termostat telah digunakan di bidang medis & industri, monitor pendingin otomotif, dan sirkuit listrik rumah tangga [15]. Itu juga dapat mendeteksi suhu yang tidak stabil di sekitar lingkungan yang suhu pengelolaannya telah diputuskan. Termostat umumnya telah dimanfaatkan di bidang industri yang memiliki dua jenis yaitu termostat elektronik dan termostat mekanik. Termostat mekanik telah dijelaskan jenis sensor seperti sensor suhu kontak yang telah menggunakan prinsip elektro-mekanik. Selain itu, termostat elektronik telah memanfaatkan komponen elektronik untuk mendeteksi suhu yang tidak stabil.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel I Hasil Percobaan Termostat

No	Setting	Termometer Digital	Termostat	Rata-rata
1	20	20.3	20	20.15
2	25	25.5	25	25.25
3	30	29.7	30	29.85
4	35	35.1	35	35.05
5	40	40.3	40	40.15
6	45	45.3	45	45.15
7	50	50.5	50	50.25
8	55	55.3	55	55.15
9	60	59.0	60	59.50
10	65	65.5	65	65.25

Note: suhu dalam derajat celsius

Pada percobaan pengaturan suhu dengan termostat, dilakukan perbandingan antara *thermometer digital* dengan termostat yang sebelumnya telah di *setting* suhunya terlebih

dahulu. Percobaan dilakukan sebanyak 10 kali dengan *setting* suhu terendah 20 hingga 65 derajat celsius. Percobaan menemukan jika rata-rata dari hasil pengukuran didapatkan presisi atau akurasi suhu yang terkontrol. *Setting* suhu terendah 20 ditemukan rata-rata 20.15 sedangkan suhu 65 diperoleh rerata 65.25. Produk *prototype* ini bertujuan untuk menguji pengaturan suhu dengan termostat yang dapat dilanjutkan mendesain bentuk inkubator pada penelitian lanjutan.

Pada percobaan produk menjelaskan sumber daya yang masuk melalui MCB dapat menyebabkan simulasi dalam mode aktif. Selanjutnya terdapat colokan listrik yang dapat diamankan dari sumber tenaga listrik, tetapi memutuskan untuk memutuskan aliran listrik hanya pada MCB. Setelah Masuknya daya listrik MCB akan diarahkan pada rangkaian kunci relai, rangkaian pengunci sebenarnya adalah rangkaian yang memanfaatkan saklar elektromagnetik seperti relai dan kontaktor. Selain itu, salah satu kontak sakelar akan digunakan sebagai penguncian kondisi sirkuit. Sambungan tombol akan digunakan untuk mengunci kondisi rangkaian antara tombol START pada kabel *jumper* dengan *pin relay* 1 & 3 yang merupakan *flow lock* karena kumparan akan dialirkan sumber listrik dimana akan menjadi magnet induksi dan menarik semua kontak saklar. Selain itu, akan membuat kontak sakelar pertama terbuka untuk menutup dan sebaliknya untuk menutup terlebih dahulu untuk membuka. Selain itu, untuk membuat rangkaian simulasi inkubator dapat memanfaatkan saklar yang akan digerakkan oleh magnet induksi seperti *relay* dan kontaktor. Gambar 2 menunjukkan rangkaian yang akan dibagi kuncinya menjadi dua jenis yaitu rangkaian pengunci relai dan rangkaian pengunci kontaktor. Kumparan masuk pada pin 2 dan 7 dari relai yang akan dialiri daya listrik kemudian magnet akan menarik semua kontak saklar. Ini akan menjadi kontak sakelar kondisi untuk berubah seperti:

1. Kontak saklar mula-mula dibuka (*disconnected*) kemudian ditutup (*connected*)
2. Kontak saklar terlebih dahulu ditutup (*disconnected*) kemudian dibuka (*disconnected*)

Berdasarkan penjelasan di atas cara kerja *relay*, rangkaian pengunci *relay* sebenarnya telah membuat penjelasan sederhana, yaitu:

1. Tombol *start* akan di tekan maka daya listrik akan mengalir ke *coil*
2. Kumparan akan menjadi magnet dan akan menarik semua kontak sakelar relai
3. Kontak sakelar relai terlebih dahulu dibuka kemudian ditutup dan sebaliknya kontak sakelar relai terlebih dahulu ditutup kemudian dibuka
4. Kontak saklar *relay* mendapat pin 1 dan 3 untuk digunakan sebagai pengunci rangkaian karena daya listrik terus mengalir ke kumparan maka kondisi kontak saklar tetap seperti itu
5. Lampu akan menyala (lampu beban daya)

Selanjutnya lampu telah menyala maka termostat akan menyala yang disebabkan untuk mendapatkan daya listrik dari beban daya lampu. Apalagi termostat jelas merupakan komponen untuk mengatur sumber listrik pada suhu yang tidak stabil. Karena itu pengguna akan mengatur suhu yang sesuai dengan pasien. Secara umum komponen memiliki dua jenis yaitu termostat mekanik dan termostat elektronik. Simulasi tersebut khususnya akan memanfaatkan termostat digital untuk memudahkan pengaturan suhu pada setiap pasien. Termostat berfungsi sebagai komponen untuk mengatur suhu atas dan bawah dalam inkubator agar suhu tetap stabil. Jika suhu telah diputuskan lebih rendah dari kenyataan, pemanas akan menyala. Kemudian suhu telah diselesaikan di atas kenyataan, pemanas akan dimatikan.

Pada percobaan Gambar 3 menunjukkan inkubator simulasi dapat digunakan untuk menunjukkan simulasi relai sistem penguncian jika inkubator dapat menggunakan tombol tekan. Perangkat simulasi telah mendokumentasikan biaya rendah dan komponen mudah dicari di pasar. Selain itu, simulasi juga dapat dengan mudah mengatur pengkabelan dan ada pemutusan (MCB) untuk menjaga daya dari korsleting di perangkat simulasi. Simulasi ini memanfaatkan relay dengan 8 pin yang mudah dicari dan digunakan pada daya listrik AC 220V.

Alat simulasi secara khusus menunjukkan bagaimana relai NO (Normally Open) dapat dikunci dengan kondisi baik tanpa hambatan kemudian memberikan kabel *jumper* NO (Normally Open) dari relay pin 1 dan 3. Selain itu, relai telah mengunci daya listrik di lampu beban cahaya akan masuk dan menyala. Memang sumber listrik masuk ke rangkaian kemudian akan dirakit untuk komponen termostat. Karena itu untuk mengatur suhu atas dan bawah rangkaian dapat diputuskan untuk bekerja untuk pemanas. Dalam hal ini pemanas akan bekerja maksimal jika suhu menunjukkan lebih rendah dan pemanas akan mati jika suhu akan mencapai yang telah ditentukan pengguna. Simulasi memanfaatkan pemanas dengan dua lampu pijar dengan suhu yang sesuai sehingga dapat digunakan termostat untuk mengatur suhu.

Percobaan pada pengontrolan suhu dilakukan pada Gambar 4 yang menggunakan pembanding dengan termometer digital (Gambar 5). Percobaan dilakukan sebanyak 10 kali dengan melihat hasil rerata hasil percobaan, terlihat presisi atau akurasi yang diperoleh dapat menjadi acuan jika termostat dapat menjadi pengontrol suhu di inkubator.

IV. KESIMPULAN

Termostat dapat digunakan untuk mendapatkan suhu batas atas & bawah yang telah ditentukan dalam inkubator. Selanjutnya inkubator yang disimulasikan memiliki kunci relai yang berfungsi untuk mencegah perangkat rusak karena aliran listrik yang tidak stabil dari sumber listrik. Selain itu, inkubator simulasi ini secara khusus dapat digunakan dalam kenyataan sistem inkubator dalam perangkat inkubator untuk merawat kelahiran prematur atau berat badan lahir rendah (BBLR).

REFERENSI

- [1] Sumardi, Darjat, E. Wista Sinuraya, and R. Jati Pamungkas, "Design of Temperature Control System for Infant Incubator using Auto Tuning Fuzzy-PI Controller," *Int. J. Eng. Andin. Syst.*, vol. 3, no. 1, pp. 33–41, 2019, [Online]. Available: www.ijeais.org.
- [2] D. Pandya, J. Parmar, and A. Patel, "PIC Microcontroller based baby incubator using sensors," *Int. Res. J. Eng. Technol.*, vol. 4, no. 3, pp. 1906–1910, 2017, [Online]. Available: <https://irjet.net/archives/V4/i3/IRJET-V4I3515.pdf>.
- [3] A. H. Muosa, "Wireless Control and Monitoring System for Premature Infant Incubator Environment موسى حسن موسى," *J. Coll. Educ. pure Sci.*, vol. 7, no. 4, pp. 28–39, 2017, [Online]. Available: <https://irjet.net/archives/V4/i3/IRJET-V4I3515.pdf>.
- [4] P. Ele, J. B. Mbede, and E. Ondoua, "Parameters Modelling and Fuzzy Control System of Neonatal Incubators," *Setit*, pp. 6–11, 2009.
- [5] L. Lamidi, A. Kholiq, and M. Ali, "A Low Cost Baby Incubator Design Equipped with Vital Sign Parameters," *Indones. J. Electron. Electromed. Eng. Med. informatics*, vol. 3, no. 2, pp. 53–58, 2021, doi: 10.35882/ijeemi.v3i2.3.
- [6] A. W. Kale, A. H. Raghuvanshi, P. S. Narule, P. S. Gawatre, and S. B. Surwade, "Arduino Based Baby Incubator Using GSM Technology," *Int. Res. J. Eng. Technol.*, vol. 5, no. 4, pp. 462–465, 2018.
- [7] V. Hall, E. Geise, and N. H. Kashou, "The IncuLight: Solar-powered infant incubator," *Proc. 4th IEEE Glob. Humanit. Technol. Conf. GHTC 2014*, no. 1, pp. 223–226, 2014, doi: 10.1109/GHTC.2014.6970285.
- [8] H. B. D. L. Mathew and A. Gupta, "Controlling of Temperature and Humidity for an Infant Incubator Using Microcontroller," *Int. J. Adv. Res. Electr. Electron. Instrum. Eng.*, vol. 4, no. 6, pp. 4975–4982, 2015.
- [9] T. K. Ferris and M. M. Shepley, "The design of neonatal incubators: A systems-oriented, human-centered approach," *J. Perinatol.*, vol. 33, no. SUPPL. 1, pp. S24–S31, 2013, doi: 10.1038/jp.2013.11.
- [10] T. A. Tisa, Z. A. Nisha, and M. A. Kiber, "Design of an Enhanced Temperature Control System for Neonatal Incubator," *Bangladesh J. Med. Phys.*, vol. 5, no. 1, pp. 53–61, 2013, doi: 10.3329/bjimp.v5i1.14668.
- [11] B. S. K. K. Ibrahim *et al.*, "Fuzzy-based temperature and humidity control for HVAC of electric vehicle," *Procedia Eng.*, vol. 41, no. Iris, pp. 904–910, 2012, doi: 10.1016/j.proeng.2012.07.261.
- [12] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, 5th ed. Bandung: CV Alfabeta, 2008.
- [13] X. Li, J. Qu, Q. Wang, H. Zhao, and D. Chen, "Numerical and experimental study of the short-time withstand current capability for air circuit breaker," *IEEE Trans. Power Deliv.*, vol. 28, no. 4, pp. 2610–2615, 2013, doi: 10.1109/TPWRD.2013.2265328.
- [14] H. H. Goh., "A review on equipment protection and system protection relay in power system," *Int. J. Integr. Eng.*, vol. 9, no. 4, pp. 7–12, 2017.
- [15] C. Wang, "A thermostat fuzzy control system based on MCU," *3rd Int. Symp. Intell. Inf. Technol. Appl. IITA 2009*, vol. 1, pp. 462–463, 2009, doi: 10.1109/IITA.2009.324.

