

Pengembangan Prototipe Kompres Elektrik Berbasis Mikrokontroler untuk Terapi Hangat Dismenore

Agatha Mahardika Anugrayuning Jiwatami^{1*}, Regina Dimeitri Ero Sura²

¹Universitas Sanata Dharma, Indonesia

²Rumah Sakit Umum Rama Hadi, Indonesia

*Email Korespondensi: agatha.mahardika@usd.ac.id

Abstrak

Dismenore merupakan salah satu keluhan yang umum dialami perempuan saat menstruasi dan dapat mengganggu aktivitas sehari-hari. Terapi kompres hangat menjadi metode nonfarmakologis yang sering digunakan untuk membantu mengurangi nyeri, namun penggunaan kompres tradisional memiliki kelemahan dalam menjaga kestabilan suhu. Penelitian ini bertujuan mengembangkan prototipe kompres elektrik berbasis Mikrokontroler yang mampu menghasilkan suhu hangat stabil dan terkontrol. Sistem dirancang menggunakan elemen pemanas Positive Temperature Coefficient (PTC), sensor suhu DS18B20, modul MOSFET D4184, serta tampilan LCD I2C 16×2. Pengaturan suhu dilakukan menggunakan metode Pulse Width Modulation (PWM) dengan rentang suhu kerja 38°C hingga 45°C. Pengujian dilakukan terhadap sensor suhu, kestabilan suhu sistem, serta waktu pencapaian setpoint. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu mempertahankan suhu secara stabil pada rentang yang ditentukan dan memberikan respons pengaturan suhu yang baik. Prototipe yang dikembangkan berpotensi menjadi solusi praktis dan aman sebagai media terapi hangat berbasis teknologi untuk membantu penanganan nyeri dismenore.

Kata kunci: dismenore, kompres elektrik, mikrokontroler, DS18B20, pemanas PTC

Development of A Microcontroller-Based Electric Compress Prototype For Dysmenorrhea Heat Therapy

Abstract

Dysmenorrhea is a common complaint experienced by women during menstruation and may interfere with daily activities. Warm compress therapy is widely used as a non-pharmacological method to reduce pain; however, traditional compress methods have limitations in maintaining stable temperatures. This study aims to develop a microcontroller-based electric compress prototype capable of producing stable and controlled heat. The system was designed using a Positive Temperature Coefficient (PTC) heating element, DS18B20 temperature sensors, and a 16×2 I2C LCD display. Temperature control was implemented using Pulse Width Modulation (PWM) with an operating temperature range of 38°C to 45°C. System testing included temperature sensor testing, MOSFET module testing, temperature stability evaluation, and setpoint response testing. The results indicate that the system was able to maintain stable temperatures within the specified range and demonstrated good response to temperature adjustments. The developed prototype has the potential to become a practical and safe technology-based heat therapy device for dysmenorrhea pain management.

Keywords: dysmenorrhea, electric compress, microcontroller, DS18B20, PTC heater

PENDAHULUAN

Dismenore merupakan nyeri yang terjadi saat menstruasi dan menjadi salah satu gangguan yang umum dialami perempuan usia produktif (W. Anggraini, 2022). Nyeri yang muncul umumnya berupa kram pada bagian bawah perut dan dapat disertai gejala lain seperti mual, kelelahan, sakit kepala, hingga gangguan aktivitas sehari-hari (Monalisa et al., 2024). Data World Health Organization (WHO) menunjukkan bahwa lebih dari 50% perempuan di berbagai negara mengalami dismenore (Napu et al., 2023). Di Indonesia, prevalensi dismenore mencapai sekitar 54,89%, dengan sebagian besar berupa dismenore primer (Azizah, 2025).

Kondisi ini dapat menyebabkan penurunan konsentrasi belajar, produktivitas, serta kualitas hidup (Napu et al., 2023; Rustam, 2015).

Penanganan dismenore dapat dilakukan melalui metode farmakologis maupun nonfarmakologis. Penggunaan obat analgesik secara terus-menerus berpotensi menimbulkan efek samping pada saluran cerna, hati, maupun ginjal (M. A. Anggraini et al., 2022; Haditya et al., 2022; Rustam, 2015; Sagitarini, 2025). Oleh karena itu, terapi nonfarmakologis seperti kompres hangat menjadi alternatif yang lebih aman dan mudah diterapkan (Azizah, 2025; Islami et al., 2024; Monalisa et al., 2024). Terapi kompres hangat bekerja dengan meningkatkan sirkulasi darah, mengurangi ketegangan otot, serta memberikan efek relaksasi sehingga nyeri menstruasi dapat berkurang (Khotimah & Lintang, 2022).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pemberian kompres hangat dapat membantu menurunkan intensitas nyeri dismenore. Islami et al. (2024) melaporkan bahwa pemberian kompres hangat pada suhu 45°C dapat menurunkan intensitas nyeri dismenore pada remaja putri. Hasil serupa juga dikemukakan oleh Azizah (2025), yang menunjukkan adanya penurunan tingkat nyeri setelah pemberian terapi kompres hangat. Temuan tersebut menunjukkan bahwa suhu merupakan salah satu parameter penting dalam penerapan terapi kompres hangat sehingga diperlukan media terapi yang mampu menghasilkan dan mempertahankan suhu secara terkendali.

Dari aspek rekayasa, pengembangan perangkat kompres dan pemanas elektrik dengan pengendalian suhu otomatis telah dilakukan pada beberapa penelitian. Bachri et al. (2024) mengembangkan kompres demam digital berbasis Arduino Uno menggunakan sensor DS18B20, relay, dan cartridge heater dengan rentang pengaturan suhu 37,5–42°C. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa kondisi lingkungan memengaruhi waktu pencapaian setpoint dan respons suhu sistem. Sementara itu, Khan et al. (2018) mengembangkan heating pad dengan pengendali PI berbasis Arduino, sensor LM35, MOSFET, dan sinyal PWM. Evaluasi sistem tersebut menggunakan parameter rise time, settling time, dan steady-state error, yang menunjukkan pentingnya karakteristik sistem kendali dalam menjaga suhu pemanas secara terukur.

Meskipun sejumlah perangkat pemanas terkendali telah dikembangkan, penelitian sebelumnya umumnya diarahkan pada penanganan demam atau stimulasi termal dan belum secara khusus difokuskan sebagai media kompres hangat untuk dismenore. Selain itu, konfigurasi sistem yang digunakan berbeda dalam hal elemen pemanas, metode aktuasi, serta pemantauan distribusi suhu. Kesenjangan tersebut menunjukkan perlunya pengembangan kompres elektrik yang disesuaikan dengan rentang suhu terapi hangat dismenore serta dilengkapi pemantauan suhu pada beberapa titik permukaan kompres.

Penelitian ini mengembangkan prototipe kompres elektrik untuk terapi hangat dismenore dengan mengintegrasikan mikrokontroler Arduino Uno, elemen pemanas PTC, modul MOSFET D4184, serta tiga sensor DS18B20 yang ditempatkan pada permukaan kompres. Pengaturan daya pemanas dilakukan menggunakan Pulse Width Modulation (PWM) pada rentang suhu kerja 38–45°C. Kontribusi teknis penelitian ini terletak pada integrasi pengendalian daya pemanas berbasis PWM dengan pemantauan suhu pada tiga titik permukaan kompres untuk mempertahankan suhu terapi sesuai setpoint.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan mengembangkan dan mengevaluasi prototipe kompres elektrik berbasis mikrokontroler dengan sistem pengendalian suhu menggunakan sensor DS18B20, elemen pemanas PTC, dan PWM untuk menghasilkan suhu terapi hangat pada rentang 38–45°C. Penelitian difokuskan pada perancangan perangkat keras, perangkat lunak, sistem kendali suhu, serta pengujian performa sistem pada tahap prototipe.

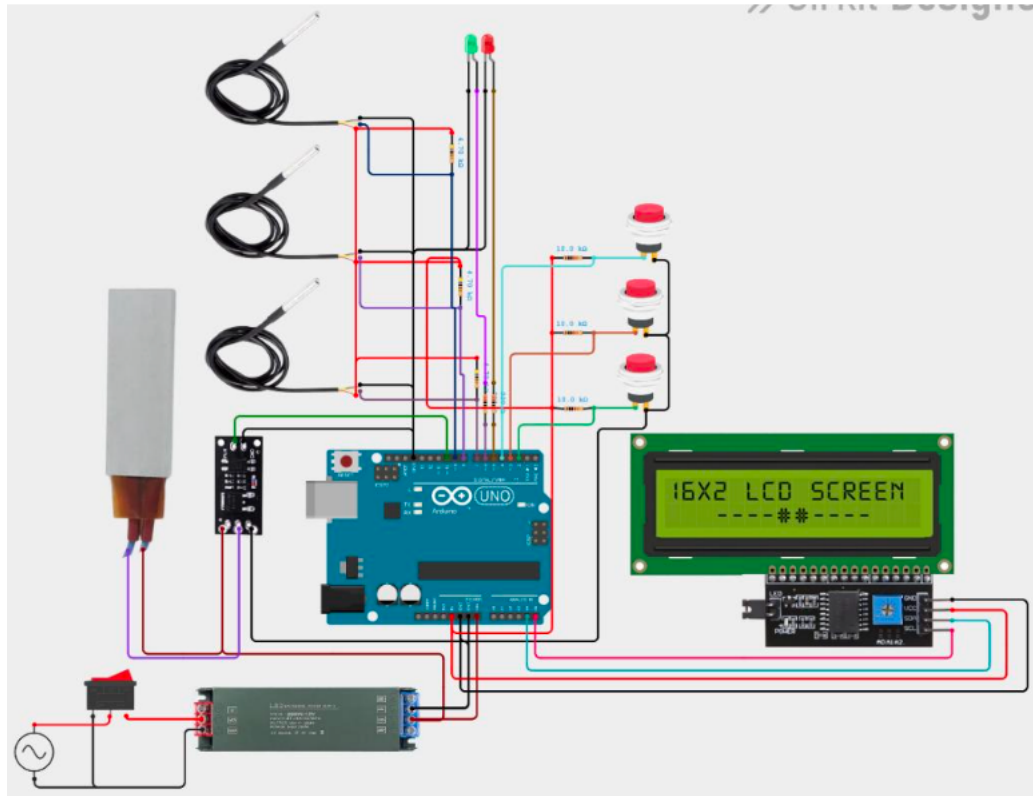
METODE

Penelitian ini menggunakan metode *research and development* (R&D) dengan pendekatan rekayasa sistem (*engineering design*). Fokus penelitian adalah merancang, mengimplementasikan, dan menguji prototipe kompres elektrik berbasis mikrokontroler. Proses penelitian dilaksanakan melalui beberapa tahapan diantaranya perancangan sistem elektronik, perancangan mekanik, perancangan perangkat lunak, dan pengujian sistem.

Perancangan Sistem Elektronik

Sistem kompres elektrik terdiri atas beberapa bagian utama yaitu Mikrokontroler Arduino Uno sebagai pengendali utama, sensor suhu DS18B20 sebagai pembaca suhu, elemen pemanas PTC sebagai sumber panas, modul MOSFET D4184 sebagai driver pemanas, LCD I2C 16×2 sebagai tampilan, tombol pengatur suhu, serta switching power supply (SMPS) sebagai catu daya.

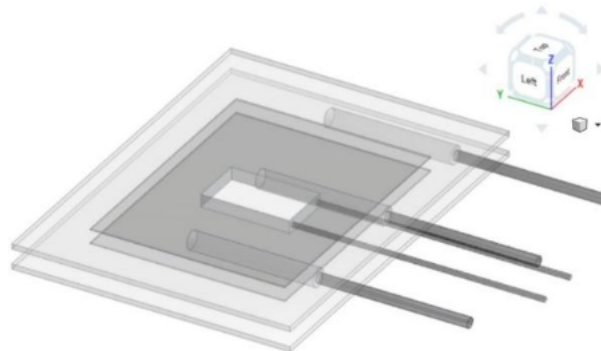
Sistem bekerja dengan membaca suhu dari tiga sensor DS18B20 yang ditempatkan pada permukaan kompres. Data pembacaan suhu dikirim ke mikrokontroler sebagai umpan balik untuk dibandingkan dengan nilai setpoint yang dipilih pengguna, yaitu 38°C, 41°C, atau 45°C. Berdasarkan selisih antara setpoint dan suhu aktual, mikrokontroler mengatur daya elemen pemanas melalui sinyal Pulse Width Modulation (PWM) yang diteruskan ke modul MOSFET D4184. Mekanisme umpan balik tersebut digunakan untuk meningkatkan daya pemanas ketika suhu masih berada di bawah setpoint dan mengurangi daya ketika suhu mendekati setpoint sehingga perubahan temperatur dapat dikendalikan.



Gambar 1. Perancangan Rangkaian elektronik Sistem Kompres Elektrik

Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik meliputi pembuatan media kompres dan boks kontrol. Media kompres menggunakan lapisan silikon tahan panas dan pelat aluminium untuk membantu distribusi panas secara merata. Elemen pemanas PTC ditempatkan di antara lapisan tersebut untuk menghasilkan panas yang stabil (Gambar 2).



Gambar 2. Perancangan pemanas untuk media kompres elektrik

Boks kontrol digunakan untuk menempatkan rangkaian elektronik, LCD, tombol pengaturan suhu, dan catu daya. Desain dibuat ringkas agar mudah digunakan dan aman terhadap komponen elektronik.

Perancangan Perangkat Lunak

Program dikembangkan menggunakan Arduino IDE. Alur kerja sistem dimulai dengan inisialisasi perangkat, pembacaan sensor suhu, pembacaan tombol pengaturan setpoint,

penampilan suhu aktual dan setpoint pada LCD, perhitungan selisih suhu, serta pengendalian keluaran PWM pada elemen pemanas. Proses pembacaan dan pengendalian dilakukan secara berulang selama sistem beroperasi sehingga perubahan suhu dapat dipantau dan dikoreksi secara kontinu.

Algoritma pengendalian suhu menggunakan prinsip umpan balik berdasarkan selisih antara suhu setpoint dan suhu aktual. Selisih suhu pada waktu pengukuran ke-k dinyatakan sebagai:

$$e(k) = T_{\text{set}} - T_{\text{aktual}}(k)$$

dengan $e(k)$ merupakan selisih suhu pada waktu pengukuran ke-k, T_{set} merupakan suhu yang ditetapkan pengguna, dan $T_{\text{aktual}}(k)$ merupakan suhu aktual yang digunakan program sebagai masukan kendali. Ketika suhu aktual masih berada di bawah setpoint, mikrokontroler memberikan keluaran PWM kepada MOSFET D4184 sehingga daya diberikan kepada elemen pemanas PTC. Ketika suhu semakin mendekati setpoint, keluaran PWM dikurangi untuk membatasi kenaikan temperatur dan menekan kemungkinan overshoot. Siklus pembacaan suhu, perhitungan selisih, dan pembaruan keluaran PWM dilakukan berulang selama alat beroperasi.

Pengaruh perubahan PWM terhadap daya pemanas diverifikasi melalui pengujian nilai PWM 50, 120, dan 185. Pada tegangan sumber 12 V, tegangan keluaran yang terukur masing-masing sebesar 2,5 V, 5,7 V, dan 8,6 V. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan nilai PWM diikuti peningkatan tegangan keluaran menuju pemanas, sehingga PWM dapat digunakan sebagai variabel pengaturan daya pada sistem.

Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengevaluasi kinerja komponen dan kemampuan prototipe dalam menghasilkan serta mempertahankan suhu terapi. Pengujian meliputi pengujian modul MOSFET D4184, pengaruh sinyal PWM terhadap tegangan keluaran pemanas, pengujian sensor DS18B20, pengujian kestabilan suhu, dan pengujian keseluruhan sistem. Pengujian temperatur dilakukan pada tiga setpoint, yaitu 38°C, 41°C, dan 45°C selama 10 menit. Pembacaan sensor DS18B20 dibandingkan dengan DPM4 sebagai alat ukur pembanding.

Evaluasi pembacaan suhu dilakukan berdasarkan selisih antara temperatur yang dibaca sensor DS18B20 dan temperatur yang ditunjukkan oleh DPM4. Kesalahan absolut pada setiap kondisi setpoint dihitung menggunakan persamaan:

$$E_{\text{abs}} = |T_{\text{DS18B20}} - T_{\text{DPM4}}|$$

dengan E_{abs} merupakan kesalahan absolut dalam °C, T_{DS18B20} merupakan temperatur yang terbaca oleh sensor, dan T_{DPM4} merupakan temperatur yang terbaca pada alat ukur pembanding. Untuk memperoleh gambaran kesalahan pembacaan pada seluruh setpoint, rata-rata kesalahan absolut dihitung menggunakan mean absolute error (MAE):

$$\text{MAE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |T_{\text{DS18B20},i} - T_{\text{DPM4},i}|$$

dengan n merupakan jumlah kondisi setpoint yang dievaluasi. Kestabilan suhu dievaluasi berdasarkan kemampuan temperatur aktual untuk tetap berada di sekitar nilai setpoint selama

periode pengujian 10 menit. Perubahan temperatur selama pengujian digunakan untuk mengamati fluktuasi sistem setelah mendekati suhu yang ditetapkan. Waktu pencapaian setpoint didefinisikan sebagai selang waktu sejak elemen pemanas mulai diaktifkan hingga temperatur terukur pertama kali mencapai nilai setpoint.

Pengujian pengaruh PWM dilakukan dengan memberikan variasi nilai PWM pada modul MOSFET D4184 dan mengukur tegangan keluaran yang diteruskan menuju elemen pemanas. Pengujian tersebut digunakan untuk mengetahui respons keluaran terhadap perubahan sinyal PWM sebagai dasar pengendalian daya pemanas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Prototipe kompres listrik ini dikembangkan untuk memberikan terapi panas pada area perut bagian bawah guna membantu meredakan nyeri haid (dismenore). Cara kerja alat ini memanfaatkan elemen pemanas PTC sebagai sumber panas utama yang mampu menyalurkan panas secara terkendali ke permukaan kompres. Sistem ini dilengkapi pengaturan suhu otomatis agar panas yang dihasilkan tetap stabil. Sensor suhu DS18B20 digunakan untuk mengukur suhu pada permukaan kompres.

Hasil implementasi menunjukkan bahwa prototipe kompres elektrik berhasil dibuat sesuai rancangan. Sistem terdiri dari dua bagian utama yaitu media kompres dan boks kontrol. Media kompres menggunakan lapisan silikon tahan panas dan aluminium untuk mendistribusikan panas secara merata pada permukaan kompres.

Boks kontrol berisi mikrokontroler, modul MOSFET D4184, switching power supply, LCD I2C, serta tombol pengatur suhu. Tampilan LCD menunjukkan suhu aktual dan setpoint secara real-time sehingga memudahkan pengguna dalam memantau kondisi sistem.

Pengujian Modul MOSFET D4184

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kemampuan modul MOSFET dalam mengendalikan pemanas. Hasil pengujian menunjukkan bahwa modul dapat bekerja dengan baik pada kondisi ON dan OFF sesuai sinyal PWM dari mikrokontroler.

Selain itu, variasi PWM menunjukkan adanya perubahan tegangan output yang memengaruhi daya pemanas. Semakin besar nilai PWM maka tegangan output meningkat sehingga pemanas menghasilkan suhu lebih tinggi (Tabel 1).

Tabel 1. Variasi sinyal PWM terhadap tegangan pemanas

PWM	Tegangan sumber (V)	Tegangan Output (V)
50	12	2,5 V
120	12	5,7 V
185	12	8,6 V

Pengujian Sensor DS18B20

Sensor DS18B20 digunakan untuk memantau suhu pada tiga titik permukaan kompres. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ketiga sensor mampu membaca suhu dengan baik dan memiliki selisih pembacaan yang kecil terhadap alat ukur pembanding (DPM4).



Gambar 3. Pengujian sensor DS18B20

Penggunaan tiga sensor membantu memastikan distribusi panas pada permukaan kompres lebih merata dan meningkatkan akurasi pemantauan suhu.

Pengujian Kestabilan Suhu

Pengujian kestabilan suhu dilakukan selama 10 menit pada tiga setpoint berbeda. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mempertahankan suhu pada rentang yang mendekati setpoint dengan fluktuasi kecil.

Pada setpoint 38°C, suhu sistem dapat dipertahankan secara stabil tanpa kenaikan suhu berlebih. Hal yang sama juga terjadi pada setpoint 41°C dan 45°C. Sistem PWM pada mikrokontroler berhasil mengontrol daya pemanas sehingga suhu tidak mengalami perubahan drastis. Tabel 2 menunjukkan perbandingan rata-rata suhu hasil pengukuran sensor suhu dibandingkan dengan DPM4.

Tabel 2. Rata-rata suhu sistem dan DPM4 selama pengujian 10 menit

Setpoint (°C)	Sensor DS18B20 (°C)	DPM4 (°C)	Selisih (°C)
38	38,1	38,4	0,3
41	40,9	40,7	0,2
45	44,9	44,5	0,4

Hasil pada Tabel 2 menunjukkan bahwa selisih absolut antara rata-rata pembacaan DS18B20 dan DPM4 pada setpoint 38°C, 41°C, dan 45°C masing-masing sebesar 0,3°C, 0,2°C, dan 0,4°C. Berdasarkan ketiga kondisi tersebut, nilai mean absolute error (MAE) sebesar 0,3°C. Nilai ini menunjukkan bahwa rata-rata pembacaan sensor DS18B20 relatif dekat dengan hasil pengukuran DPM4 pada kondisi pengujian yang dilakukan.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem pengendalian suhu yang dikembangkan mampu mempertahankan rata-rata suhu mendekati nilai setpoint pada ketiga kondisi pengujian. Pada setpoint 38°C diperoleh rata-rata pembacaan sensor DS18B20 sebesar 38,1°C dan DPM4 sebesar 38,4°C dengan selisih 0,3°C. Pada setpoint 41°C diperoleh selisih 0,2°C, sedangkan pada setpoint 45°C diperoleh selisih 0,4°C. Rata-rata kesalahan absolut berdasarkan ketiga

setpoint tersebut adalah $0,3^{\circ}\text{C}$, sehingga pembacaan sensor relatif dekat dengan alat ukur pembanding pada kondisi pengujian yang dilakukan.

Karakteristik sistem tersebut dapat dibandingkan dengan penelitian Bachri et al. (2024) yang mengembangkan kompres demam digital berbasis Arduino Uno, DS18B20, relay, dan cartridge heater pada rentang $37,5\text{--}42^{\circ}\text{C}$. Penelitian tersebut melaporkan bahwa kondisi lingkungan memengaruhi waktu pencapaian setpoint dan respons temperatur. Perbedaan konfigurasi dengan penelitian ini terletak pada penggunaan elemen pemanas PTC, aktuasi pemanas melalui MOSFET D4184 dengan PWM, serta penggunaan tiga sensor DS18B20 untuk memantau temperatur pada beberapa titik permukaan kompres.

Pengendalian daya melalui PWM juga digunakan pada penelitian Khan et al. (2018) untuk mengatur temperatur heating pad. Sistem tersebut menggunakan Arduino Mega 2560, sensor LM35, MOSFET, dan pengendali PI, serta mengevaluasi performa berdasarkan rise time, settling time, dan steady-state error. Perbandingan ini menunjukkan bahwa evaluasi perangkat pemanas terkendali tidak hanya berkaitan dengan kemampuan mencapai temperatur target, tetapi juga dengan karakteristik respons sistem dan besarnya kesalahan terhadap nilai referensi.

Berbeda dengan penelitian tersebut, prototipe pada penelitian ini diarahkan secara khusus untuk aplikasi kompres hangat dismenore dengan rentang operasi $38\text{--}45^{\circ}\text{C}$ dan pemantauan suhu pada tiga titik permukaan kompres. Konfigurasi tiga sensor memberikan informasi temperatur pada beberapa lokasi permukaan sehingga pemantauan kondisi panas tidak hanya bergantung pada satu titik pengukuran. Integrasi PTC, tiga sensor DS18B20, MOSFET D4184, dan PWM menjadi kontribusi teknis utama prototipe yang dikembangkan.

Meskipun demikian, hasil penelitian ini belum dapat digunakan untuk menyatakan keunggulan performa secara menyeluruh terhadap sistem sebelumnya karena prosedur pengujian, karakteristik elemen pemanas, kondisi lingkungan, serta metode kendali yang digunakan berbeda. Oleh karena itu, kontribusi penelitian ini lebih tepat ditempatkan pada pengembangan dan evaluasi konfigurasi sistem kompres elektrik untuk terapi hangat dismenore, sedangkan pengujian lanjutan dengan parameter respons dinamik dan pengulangan pengukuran diperlukan untuk memperkuat perbandingan performa secara kuantitatif.

Penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Pengujian alat masih dilakukan pada tahap prototipe dan belum dilakukan pengujian klinis secara langsung terhadap pengguna. Selain itu, sistem belum dilengkapi fitur keamanan tambahan seperti timer otomatis dan proteksi suhu berlebih.

SIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan prototipe kompres elektrik berbasis mikrokontroler untuk terapi hangat dismenore. Sistem menggunakan sensor DS18B20, pemanas PTC, modul MOSFET D4184, dan metode PWM untuk mengontrol suhu secara otomatis.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja dengan baik pada rentang suhu 38°C hingga 45°C , mampu mencapai setpoint dengan respons yang baik, serta mempertahankan suhu secara stabil. Penggunaan sistem kendali berbasis mikrokontroler

memberikan keunggulan dalam menjaga kestabilan suhu dibandingkan metode kompres tradisional.

Prototipe yang dikembangkan berpotensi menjadi alternatif alat terapi hangat yang praktis, aman, dan mudah digunakan. Pengembangan lebih lanjut dapat dilakukan dengan menambahkan fitur keamanan, sistem monitoring berbasis aplikasi, dan pengujian klinis terhadap pengguna

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, M. A., Lasiaprillianty, I. W., & Danianto, A. (2022). Diagnosis dan Tata Laksana Dismenore Primer. 49(4).
- Anggraini, W. (2022). Pengaruh Senam Dismenorea Terhadap Tingkat Nyeri Dismenorea Mahasiswa Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Bakti Utama Pati. *The Shine Cahaya Dunia Ners*, 7(02). <https://doi.org/10.35720/tscnrs.v7i02.368>
- Azizah, H. N. (2025). Penerapan Kompres Hangat Untuk Menurunkan Nyeri Dismenore Pada Remaja Putri Di Smp N 1 Giritontro. 4(9).
- Bachri, K. O., Kevin, & Soewono, A. (2024). Implementasi dan Analisis Alat Kompres Demam Suhu Hangat dengan Sensor DS18B20 dan Pengendali Arduino Uno. *Jurnal Elektro*, 17(2), 48–59. <https://doi.org/10.25170/jurnalelektro.v17i2.5626>
- Haditya, T., Mardlatillah, M., Ain, F. N., Syifa, N., & Fadhli, M. A. (2022). Evaluasi Penanganan Nyeri Haid (Dysmenorrhea) Dengan Protection Motivation Theory. *Journal Pharmaceutical Care and Sciences*, 2(2), 12–20. <https://doi.org/10.33859/jpcs.v2i2.80>
- Islami, A. F., Prastia, T. N., Nauli, H. A., & Jayanti, R. (2024). Pengaruh Kompres Hangat Terhadap Penurunan Intensitas Nyeri Dismenore Pada Siswi Di Sma Gemilang Yasifa.
- Khan, P. F., Sengottuvel, S., Patel, R., Gireesan, K., Baskaran, R., & Mani, A. (2018). Design and Implementation of a Discrete-Time Proportional Integral (PI) Controller for the Temperature Control of a Heating Pad. *SLAS Technology*, 23(6), 614–623. <https://doi.org/10.1177/2472630318773697>
- Khotimah, H., & Lintang, S. S. (2022). Terapi Non-Farmakologi untuk Mengatasi Nyeri Dismenore pada Remaja. *Faletehan Health Journal*, 9(3), 343–352. <https://doi.org/10.33746/fhj.v9i3.499>
- Monalisa, E., Hasibuan, N. F., Pakpahan, A. L. H., Nasution, R. N., Ritonga, J. S., Sinaga, M., Putri, E. S., Telaumbanua, W. M., Kebidanan, P. S., & Medan, Stik. S. (2024). Hubungan Pengetahuan Remaja Putri Tentang Kompres Hangat Dengan Penurunan Dismenorea Di Sma Perguruan Advent 1 Medan Tahun 2024.
- Napu, L. A., Yusrah Taqiyah, & Wa Ode Sri Asnanar. (2023). Pengaruh Kompres Air Jahe terhadap Penurunan Dismenorea Primer pada Remaja. *Window of Nursing Journal*, 33–39. <https://doi.org/10.33096/won.v4i1.735>
- Rustam, E. (2015). Gambaran Pengetahuan Remaja Puteri Terhadap Nyeri Haid (Dismenore) dan Cara Penanggulangannya. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 4(1). <https://doi.org/10.25077/jka.v4i1.236>
- Sagitarini, P. N. (2025). Penyuluhan Kesehatan Tentang Cara Mengatasi Disminore Pada Remaja Putri Dengan Terapi Non Farmakologis Di Smpn 1 Kediri. *Jurnal Abdi Mahosada*, 3(1), 1–6. <https://doi.org/10.54107/abdimahosada.v3i1.318>