

Inovasi Alat Terapi Elektronik Otomatis untuk Rehabilitasi Nyeri Sendi Akibat Rematik dan Hiperurisemia

¹Apria Tri Fhahturohim, ²Didik Riyanto, ³Rhesma Intan Vidyastari
^{1, 2, 3}Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah, Ponorogo
Jl. Budi Utomo No 10, Ponorogo 63471, Jawa Timur, Indonesia
¹atf04092001@gmail.com, ²ndoroboy@gmail.com, ³rhesma@umpo.ac.id

Abstract— Rheumatism and hyperuricemia are chronic joint disorders characterized by pain and inflammation, which can disrupt daily activities and reduce quality of life. Conventional pharmacological treatments, such as NSAIDs, often cause long-term side effects. This study aims to design a microcontroller-based automatic warm compress therapy device that provides a safe, effective, and practical non-pharmacological treatment. The system consists of a DS18B20 temperature sensor, a 12V cartridge heater, an Arduino Uno microcontroller, and a DS3231 RTC module to precisely regulate temperature and therapy duration. The device is equipped with an SSD1306 OLED display for real-time temperature and duration monitoring, along with push buttons for manual control. A key advantage of this device is its portability, powered by a LiFePO₄ battery, enabling patients to perform therapy independently under various conditions without relying on household electricity. Test results show that the device can reach and maintain the optimal therapeutic temperature (40–45°C) with high stability. With its ergonomic design and full automation, the device is expected to enhance comfort, mobility, and independence for patients undergoing joint pain and inflammation therapy due to rheumatism and hyperuricemia.

Keywords — *therapy, compress, automatic, portable, rheumatism, hyperuricemia, microcontroller*

Abstrak— Rematik dan hiperurisemia merupakan gangguan sendi kronis yang ditandai dengan nyeri dan peradangan, yang dapat mengganggu aktivitas harian dan menurunkan kualitas hidup. Penanganan konvensional berbasis farmakologis seperti NSAID sering menimbulkan efek samping jangka panjang. Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat terapi kompres hangat otomatis berbasis mikrokontroler yang mampu memberikan terapi non-farmakologis secara aman, efektif, dan praktis. Sistem alat terdiri dari sensor suhu DS18B20, elemen pemanas heater cartridge 12V, mikrokontroler Arduino Uno, dan modul RTC DS3231 untuk pengaturan suhu dan waktu terapi yang presisi. Alat ini dilengkapi dengan layar OLED SSD1306 sebagai tampilan informasi suhu dan durasi, serta push button untuk kontrol manual. Keunggulan utama alat ini adalah kemampuannya beroperasi secara portabel menggunakan baterai LiFePO₄, sehingga memudahkan pengguna melakukan terapi secara mandiri di berbagai kondisi tanpa bergantung pada listrik rumah tangga. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat mampu mencapai dan mempertahankan suhu terapi optimal (40–45°C) dengan stabilitas tinggi. Dengan rancangan ergonomis dan otomatisasi penuh, alat ini diharapkan dapat meningkatkan kenyamanan, mobilitas, dan kemandirian pasien dalam menjalani terapi nyeri dan peradangan sendi akibat rematik dan hiperurisemia.

Kata Kunci— *terapi, kompres, otomatis, portabel, rematik, hiperurisemia, mikrokontroler*

I. PENDAHULUAN

Patologi rematik dan hiperurisemia adalah dua kondisi kesehatan yang seringkali menimbulkan penderitaan bagi penderita. Patologi rematik dan hiperurisemia ini ditandai dengan nyeri sendi dan peradangan kronis. Kondisi ini akan dapat mengganggu aktivitas sehari-hari, juga dapat menurunkan kualitas hidup secara keseluruhan.

Penyakit inflamasi sistemik yang terjadi pada sendi-sendi tubuh dikenal sebagai penyakit sedi, artritis/rematik. Penyakit ini memiliki gejala nyeri pada persendian, kekakuan, merah, dan pembengkakan yang tidak disebabkan oleh benturan atau kecelakaan dan berlangsung lama. Karena frekuensi yang tinggi, penyakit rematik merupakan kelompok gangguan otot dan persendian yang paling umum pada orang tua. Memang, keluhan ini kadang-kadang tersamarkan oleh keluhan yang tidak jelas, penyakit penyerta yang tidak terkait dengan otot dan persendian, dan sering terjadi bersamaan dengan penurunan fungsi beberapa sistem organ rematik. Salah satu jenis arthritis adalah peradangan sendi yang biasanya menyerang jari jari kaki, terutama ibu jari kaki. Selain itu, mereka dapat merusak lutut, tumit, pergelangan kaki, pergelangan tangan, jari tangan, dan siku [1].

Hiperurisemia atau asam urat merupakan penyakit yang ditandai dengan peningkatan kadar asam urat dalam darah. Hiperurisemia tidak hanya berdampak pada kesehatan sendi, tetapi juga berhubungan dengan kondisi medis lainnya, seperti hipertensi dan penyakit kardiovaskular. Penelitian menunjukkan bahwa ada hubungan signifikan antara hiperurisemia dan kejadian hipertensi, terutama pada populasi lanjut usia [2].

Rematik dan hiperurisemia menyebabkan nyeri dan radang sendi pada penderita patologi tersebut. Keadaan tersebut mengakibatkan terganggunya aktifitas keseharian penderita, sehingga menurunkan tingkat produktifitas kehidupan. Penyakit ini sering terjadi dan dialami oleh sebagian banyak orang, namun para penderita mulai dari dewasa hingga lansia. Berdasarkan penelitian, penderita artritis rheumatoid atau rematik menyatakan bahwa pada wanita cenderung lebih tinggi (52,88%) dibandingkan dengan pria yang lebih rendah (47,22%) dan umumnya penyakit ini terjadi pada usia 36-45 tahun [3].

Salah satu penanganan untuk mengatasi nyeri dan radang pada penderita patologi rematik dan hiperurisemia biasanya menggunakan obat analgesik dan obat anti-inflamasi non-steroid (NSAID) seperti obat semprot, kapsul, dan lainnya, namun penggunaan jangka panjang obat tersebut menyebabkan efek samping yang berbahaya seperti gangguan gastrointestinal dan resiko kardiovaskular. Karena efek sampingnya yang membahayakan penderita, maka metode alternatif yang lebih aman dan efektif sangat diperlukan, seperti pendekatan non-farmakologis [4].

Metode terapi non-farmakologis seperti kompres air hangat, terbukti dapat membantu mengurangi nyeri sendi. Pada penelitaian sebelumnya peneliti mengungkapkan bahwa berdasarkan hasil penelitian nyeri Arthritis Rheumatoid yang terjadi pada lansia di Panti Sosial Tresna Werdha Budi Sejahtera Banjarbaru setelah diberikan intervensi kompres hangat rebusan air serai didapatkan data dari 30 responden dengan usia 60-74 tahun (90%) sebagian besar mengalami penurunan skala nyeri pada kategori skala nyeri ringan sebanyak 25 responden (83,3%) [5].

Namun metode terapi dengan menggunakan kompress hangat rebusan air serai tersebut masih menggunakan metode konvensional yang memiliki beberapa kelemahan. Salah satunya kontrol suhu yang tidak menetap, karena suhu air akan cepat berubah seiring waktu penggunaan, sehingga pengguna harus merebus ulang dan mengganti airnya untuk menyesuaikan suhu. Penggunaan kompres konvensional beresiko dapat melukai kulit pengguna karena suhu yang tidak diketahui. Selain itu penggunaan kompres air hangat konvensional memerlukan waktu yang lebih lama untuk mempersiapkan air kompres dan melakukan penggantian kompres.

Melihat ketidak efektifan dari kompres air hangat konvensional tersebut, penulis berencana untuk merancang alat terapi kompres hangat yang lebih efektif dan efisien dalam penggunaan dan mampu membantu mengurangi nyeri dan bengkak pada bagian sendi penderita. Alat ini juga praktis karena bersifat otomatis yang dikontrol oleh mikrokontroler sehingga memberikan efektifitas lebih dalam penggunaan sehari-hari.

Penggunaan alat yang mudah dan sederhana diharapkan mampu membantu meningkatkan aktifitas penderita patologi tersebut yang sebelumnya terganggu akibat nyeri dan bengkak, sehingga penderita bisa beraktifitas seperti biasa. Perancangan alat terapi analgesik dan anti-inflamasi ini merupakan solusi yang mampu memberikan kontribusi yang signifikan dalam pengobatan pada penderita patologi rematik dan hiperurisemia.

II. METODE PENELITIAN

A. Studi Lapangan

Untuk memperoleh pemahaman langsung mengenai kondisi penderita rematik dan hiperurisemia, penulis melakukan studi lapangan melalui observasi dan wawancara terhadap beberapa narasumber dari wilayah Kecamatan Lembayan, Kabupaten Magetan.

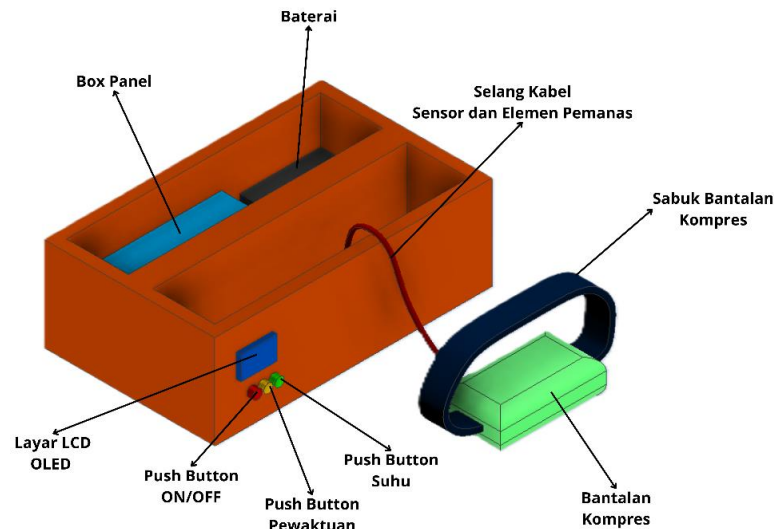
B. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk memperoleh landasan teori, mendalami metode relevan, dan merancang sistem yang sesuai dengan permasalahan. Sumber literatur meliputi jurnal ilmiah, buku, dan publikasi teknis lain yang relevan dengan teknologi terapi hangat, mikrokontroler, serta penanganan nyeri dan inflamasi sendi. Hasil studi ini menjadi dasar dalam merumuskan desain fungsional dan spesifikasi alat.

C. Perencanaan Alat

Perencanaan alat dibagi menjadi tiga bagian:

1. Perencanaan Desain: Visualisasi bentuk dan dimensi alat dilakukan menggunakan perangkat lunak desain seperti AutoCAD atau SolidWorks untuk memastikan integrasi komponen secara ergonomis.



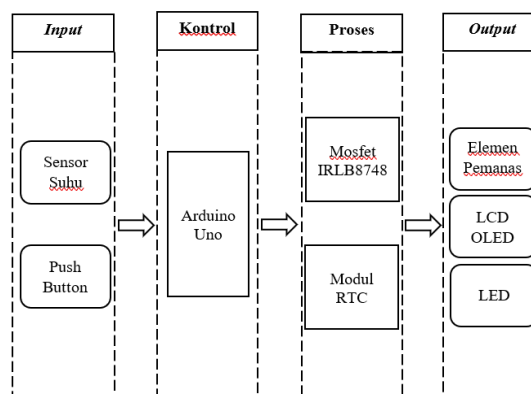
Gambar 1. Desain 3D Alat Terapi Kompres Hangat Otomatis

2. Kebutuhan Komponen: Daftar komponen elektronik, mekanik, dan pendukung disusun lengkap beserta spesifikasi teknisnya untuk menjamin kompatibilitas dan performa sistem.
3. Cara Kerja Alat: Mekanisme kerja alat dijelaskan mulai dari input (sensor dan tombol), proses kontrol (mikrokontroler dan RTC), hingga output (elemen pemanas dan tampilan OLED).

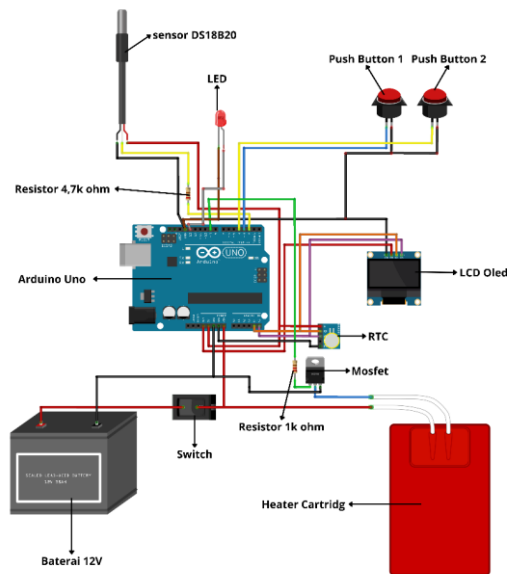
D. Perancangan Sistem

Perancangan sistem terdiri dari dua bagian utama:

1. Perangkat Keras: Sistem dibangun berdasarkan blok diagram dan wiring diagram yang menggambarkan interkoneksi antara sensor suhu, mikrokontroler Arduino Uno, pemanas, mosfet, RTC, baterai, dan output display.



Gambar 2. Diagram Blok Sistem Alat Terapi



Gambar 3. Diagram Wiring Sistem Alat

2. Perangkat Lunak: Program dikembangkan untuk mengendalikan logika suhu dan waktu terapi menggunakan Arduino IDE. Flowchart menggambarkan alur logika pemrosesan data dari input hingga output kontrol pemanas.

E. Pengujian Alat

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi performa alat berdasarkan:

1. Stabilitas suhu yang dicapai dibandingkan dengan suhu yang diatur.
2. Waktu pencapaian suhu target terhadap volume air tertentu.
3. Waktu pendinginan alami alat hingga suhu turun ke 40°C.

Pengujian ini bertujuan memastikan keandalan sistem dalam kondisi operasional nyata.

F. Evaluasi Hasil

Evaluasi dilakukan setelah seluruh pengujian selesai. Hasil pengujian diolah untuk mengidentifikasi potensi ketidaksesuaian antara perancangan dan realisasi. Evaluasi mencakup verifikasi performa, efisiensi pemanas, dan kestabilan sistem secara keseluruhan, serta menjadi dasar untuk iterasi perbaikan jika diperlukan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Studi Lapangan

Wawancara dilakukan dengan narasumber pertama, yaitu seorang pasien dari Klinik Bu Jamitoen yang berlokasi di Jalan Lembeyan–Gorang Gareng, Desa Pupus. Narasumber menceritakan adanya kesulitan melakukan pekerjaan rumah akibat nyeri dan pembengkakan sendi yang sering kambuh, terutama di bagian kaki.

Narasumber kedua adalah Ibu Sri Susyani dan Bapak Suripno yang tinggal di Desa Pupus RT.04/RW.04. Keduanya mengungkapkan pengalaman serupa, yaitu rasa nyeri dan keterbatasan gerak yang signifikan, terutama saat melakukan aktivitas fisik seperti berjalan jauh atau mengangkat beban ringan.

Wawancara juga dilakukan kepada Lasito, 58 tahun, seorang buruh tani yang tinggal di Dusun Patik, Desa Pupus. Dalam percakapan, beliau mengungkapkan sering mengalami nyeri sendi akibat kadar asam urat yang tinggi, terutama di bagian lutut. Rasa nyeri ini sering kambuh setelah bekerja terlalu lama di ladang, terutama saat membungkuk atau membawa beban berat.

Narasumber selanjutnya adalah Sarmun, 56 tahun, berprofesi sebagai petani dan berdomisili di Dusun Marokan, Desa Pupus. Dalam wawancara, Pak Sarmun menyampaikan bahwa ia telah cukup lama menderita nyeri sendi akibat rematik, dengan keluhan utama pada bagian pinggang dan kaki, yang semakin terasa saat bekerja di sawah.

Temuan dari wawancara ini menunjukkan bahwa penderita rematik dan hiperurisemia umumnya mengalami keterbatasan dalam menjalani aktivitas harian karena nyeri sendi yang bersifat kambuhan dan mengganggu mobilitas. Hal ini memperkuat kebutuhan akan solusi terapi portabel yang praktis dan aman digunakan secara mandiri di rumah maupun di lapangan.

B. Studi Literatur

Beberapa penelitian sebelumnya mendukung efektivitas terapi panas dalam mengurangi nyeri sendi:

1. Prastyawati *et al.* (2021) menyatakan bahwa aktivitas fisik berlebih pada petani meningkatkan risiko gout akibat penumpukan asam urat, dan pentingnya pencegahan melalui edukasi gaya hidup [6].
2. Saing (2022) menunjukkan bahwa kompres jahe merah menurunkan nyeri sendi, namun belum melibatkan pengaturan suhu otomatis [7].
3. Khoiroh Umah *et al.* (2020) menekankan bahwa kompres herbal hangat dapat melancarkan aliran darah dan menurunkan intensitas nyeri pada penderita asam urat [8].
4. Saputra & Legowo (2023) serta Priyato (2023) mengembangkan alat terapi panas dan dingin berbasis mikrokontroler, namun fokus pada cedera olahraga [9].

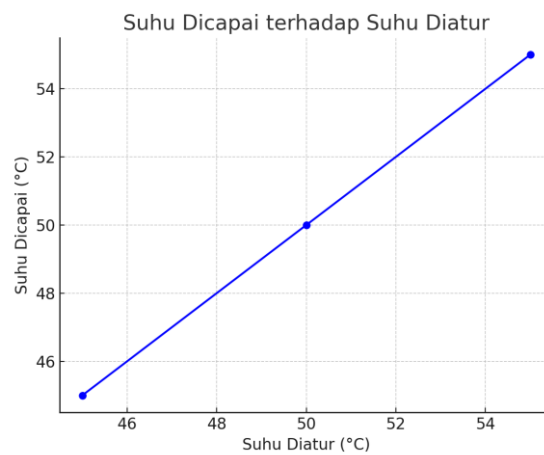
C. Hasil Perancangan dan Kinerja Alat

Alat terdiri dari mikrokontroler Arduino Uno, sensor suhu DS18B20, heater cartridge 12V, RTC DS3231, dan OLED SSD1306, serta ditenagai oleh baterai LiFePO₄ 12V. Sistem ini mampu mengatur suhu terapi secara otomatis dan menampilkan informasi suhu serta waktu.

Pengujian menunjukkan alat berhasil mencapai suhu target (45°C, 50°C, 55°C) dalam waktu 10–15 menit dan mempertahankannya secara stabil. Fungsi off otomatis bekerja sesuai waktu yang ditentukan.

Tabel 1. Hasil Pengujian Suhu Dicapai Terhadap Suhu Yang Diatur Pada Berbagai Volume Air

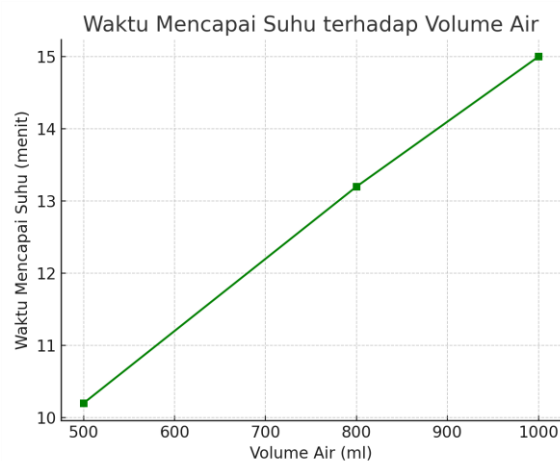
No	Volume Air (ml)	Suhu Diatur (°C)	Suhu Dicapai (°C)
1	500	45	45.0
2	800	45	44.9
3	1000	45	44.7
4	500	50	50.1
5	800	50	49.8
6	1000	50	49.6
7	500	55	55.0
8	800	55	54.9
9	1000	55	54.7



Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian Suhu Dicapai Terhadap Suhu Yang Diatur

Tabel 2. Waktu Yang Dibutuhkan Alat Untuk Mencapai Suhu Target Pada Variasi Volume Air

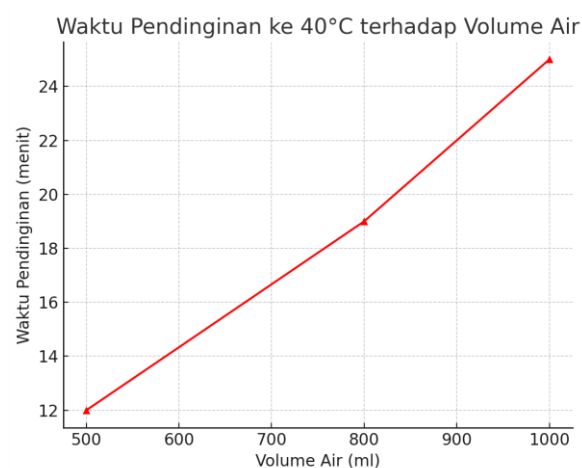
No	Volume Air (ml)	Suhu Diatur (°C)	Waktu Mencapai Suhu (menit)
1	500	45	10.2
2	800	45	12.3
3	1000	45	14.0
4	500	50	10.9
5	800	50	13.2
6	1000	50	14.7
7	500	55	11.4
8	800	55	13.5
9	1000	55	15.0



Gambar 5. Grafik Waktu Untuk Mencapai Suhu Target

Tabel 3. Waktu Pendinginan Alami Hingga Suhu Turun Ke 40°C Pada Variasi Volume Air

No	Volume Air (ml)	Suhu Diatur (°C)	Waktu Turun ke 40°C (menit)
1	500	45	12
2	800	45	17
3	1000	45	21
4	500	50	14
5	800	50	19
6	1000	50	23
7	500	55	16
8	800	55	21
9	1000	55	25



Gambar 6. Grafik Pengujian Waktu Penurunan Suhu Air Ke 40°C

Selain pengujian teknis, dokumentasi alat dan implementasi langsung kepada pengguna akhir juga dilakukan. Gambar berikut menunjukkan tampilan alat hasil jadi serta penggunaan aktual oleh beberapa pasien di bagian tubuh yang mengalami keluhan, seperti lutut, kaki, dan tumit.



Gambar 7. Alat hasil jadi dalam tampilan luar (kiri) dan tampilan dalam saat digunakan (kanan).



Gambar 8. Implementasi Penggunaan Alat Terhadap Pasien

Seluruh proses terapi berlangsung dengan lancar dan tanpa komplikasi. Pasien dapat menggunakan alat secara mandiri setelah diberi petunjuk singkat, dan menyatakan bahwa alat mudah dioperasikan serta terasa nyaman digunakan. Efek hangat yang dihasilkan memberikan sensasi relaksasi, dan sebagian besar pasien melaporkan adanya pengurangan nyeri dan kekakuan sendi setelah satu sesi penggunaan selama 30–60 menit. Hal ini menunjukkan bahwa alat tidak hanya berhasil secara teknis, tetapi juga efektif dalam penerapan nyata di lapangan.

D. Evaluasi Fungsional dan Uji Coba Lapangan

Alat diuji langsung oleh empat pengguna yang sebelumnya diwawancarai. Hasilnya:

1. Pasien melaporkan penurunan nyeri dan peningkatan kenyamanan pasca terapi.
2. Fungsi otomatisasi berjalan sesuai rencana.
3. Suhu 50°C dengan volume air 800 ml paling disukai karena keseimbangan antara kehangatan dan kenyamanan.
4. Beberapa kendala minor terkait volume air terlalu sedikit (menyebabkan panas berlebih di permukaan), serta ukuran tampilan OLED yang kecil namun dapat dipelajari pengguna.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji alat terapi kompres hangat otomatis berbasis mikrokontroler guna meredakan nyeri dan radang sendi pada penderita rematik dan hiperurisemia. Berdasarkan kajian pustaka dan hasil implementasi, dapat disimpulkan bahwa alat ini memiliki keunggulan fungsional dan terapeutik.

Dari sisi implikasi teknis, sistem yang dibangun mampu bekerja secara stabil dalam mengatur suhu terapi pada rentang 45°C–55°C dengan pengendalian waktu otomatis menggunakan mikrokontroler Arduino Uno, sensor DS18B20, dan RTC DS3231. Hasil pengujian menunjukkan bahwa suhu tercapai dan terjaga sesuai setpoint, serta pematian otomatis berjalan dengan akurat. Dukungan baterai LiFePO₄ 12V juga memungkinkan alat bekerja secara portabel dan efisien tanpa ketergantungan pada sumber listrik rumah tangga.

Dari sisi implikasi pengguna, implementasi pada beberapa pasien menunjukkan bahwa alat efektif mengurangi nyeri dan kekakuan sendi, terutama di area lutut dan tumit. Pasien juga merasakan kenyamanan dan kemudahan penggunaan alat tanpa risiko luka bakar seperti pada metode kompres air manual.

Berdasarkan kajian referensial, alat ini menawarkan pendekatan baru terhadap terapi non-farmakologis yang lebih aman, ekonomis, dan aplikatif di lingkungan rumah. Inovasi ini melengkapi kekurangan dari metode konvensional maupun alat sejenis yang belum mengintegrasikan otomatisasi suhu, waktu, dan portabilitas secara bersamaan.

Dengan demikian, alat terapi kompres hangat otomatis ini tidak hanya menjawab kebutuhan praktis penderita rematik dan hiperurisemia, tetapi juga memiliki potensi lebih luas untuk dikembangkan dalam konteks rehabilitasi nyeri sendi secara umum.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wirda Wirda, Reny Reny, Zulaikhah Dwi Jayanti, and Nirwana Nirwana, “Sosialisasi Pengenalan Penyakit Rematik dan Makanan yang Tepat Bagi Penderita Rematik di Kelurahan Liku Lambara Tawaeli,” *J. Nusantara Berbakti*, vol. 1, no. 4, pp. 241–246, 2023, doi: 10.59024/jnb.v1i4.268.
- [2] N. S. Amalia¹, B. Prastowo, And N. Rosidah, “Hiperurisemia Berhubungan Terhadap Status Fungsional Pada Lansia Di Upt. Puskesmas Janti Malang,” [Http://Ejurnalmalahayati.Ac.Id/Index.Php/Kesehatan](http://Ejurnalmalahayati.Ac.Id/Index.Php/Kesehatan), Vol. 11, No. 7, Pp. 1428–1435, 2024.
- [3] N. Radiah, I. Arista Pratama, and K. Pahmi, “Studi Penggunaan NSAID (Nonsteroidal Anti Inflammatory Drugs) Pasien Osteoarthritis Usia Lanjut di Rumah Sakit X Sumbawa Barat,” *J. Syifa Sci. Clin. Res.*, vol. 5, no. 3, pp. 423–428, 2023, doi: 10.37311/jsscr.v5i3.23723.
- [4] Qarriy Aina Urfiyya and Zelvya Desvandria Arjuliant, “Pola Penggunaan dan Pengetahuan Pasien Mengenai Penggunaan Obat Anti Inflamasi Non Steroid di Apotek Perdana Yogyakarta,” *CERATA J. Ilmu Farm.*, vol. 15, no. 1, pp. 13–22, 2024, doi: 10.61902/cerata.v15i1.983.
- [5] Y. Olviani, E. L. Sari, and E. L. Sari, “Pengaruh Kompres Hangat Rebusan Air Serai Terhadap Penurunan Nyeri Arthritis Rheumatoid Pada Lansia di Panti Sosial Tresna Werdha Budi Sejahtera Banjarbaru Provinsi Kalimantan Selatan,” *Din. Kesehat. J. Kebidanan Dan Keperawatan*, vol. 11, no. 1, pp. 387–396, 2020, doi: 10.33859/dksm.v11i1.536.
- [6] R. Prastyawati, E. Rampa, and T. Romadhonni, “Sosilasisasi Pencegahan Penyakit Gout Dan Pemeriksaan Asam Urat Pada Petani Kampung Seafen Empat Dua Distrik Skanto Kabupaten Keerom,” *J. Abdimas Din. J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 2, no. 2, pp. 6–11, 2021, doi: 10.58839/jad.v2i2.892.
- [7] Y. R. Saing, “Asuhan keperawatan kepada ny. h dengan gangguan: gout arithritis dengan efektivitas kompres jahe merah untuk menurunkan intensitas nyeri sendi,” 2023.
- [8] Umah Khoiroh, Rita Rahmawati, Mono Pratiko Gustomi and Yunita, “EFEKTIFITAS KOMPRES HANGAT REBUSAN JAHE DAN KAYU LANSIA MENGALAMI ASAM URAT The Effectiveness of Ginger Boiled Warm Compresses and Sweet Wood on The Reduction Of Joint Pain Levels in Ladders With Uric Acid Khoiroh Umah, Rita Rahmawati, Mono Pratiko Gu,” *J. Ners Community*, vol. 11, no. November, pp. 257–264, 2020.
- [9] A. Saputra and D. K. Legowo, “Rancang Bangun Alat Terapi Elektrik Hot And Cold untuk Pemulihan Cedera pada Atlet,” vol. 4, no. 2, pp. 33–41, 2023.