

Electric Exercise Bike untuk Terapi Struk Ringan

Hikfa Ade Wigimika Nugroho^{1*}, Mohammad Rofi'i², Bayu Wahyudi³

¹⁻³Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Semarang, Indonesia

*Penulis korespondensi: hikfaadewigimikanugraha@stikessemarang.ac.id

Abstract. Rheumatoid arthritis (RA) is an autoimmune disease that causes chronic inflammation in the joints, causing pain, swelling, and limited movement. Heat therapy is one of the effective methods to relieve RA symptoms because it can improve blood circulation, relax muscles, and reduce joint stiffness. This study designed and analyzed an Arduino IDE-based rheumatic therapy device with two main features: a waist heater using a DC Heater and a back electrostimulator through the L298N module. The device has three operating modes (Low, Medium, High) that regulate the pulse delay to adjust the patient's comfort. An input temperature of 50°C is programmed to provide optimal warmth. The measurement results showed that the output voltage of the power supply was 4.51 V with an error of 9%, the microcontroller input was 4.98 V with an error of 0.4%, the output of the L298N driver was 23.9 V, and the input of the DC Heater was 4.98 V with an error of 0.4%. All values are within safe tolerance limits. The 15- and 25-minute temperature stability tests show a small difference between the temperature of the appliance and the thermocouple, indicating stable and accurate appliance performance. Based on the results of technical analysis and temperature testing, this rheumatic therapy tool is considered suitable for use as an alternative to non-pharmacological therapy for RA patients.

Keywords: Back Electrostimulator; L298N Module; Rheumatic Therapy; Temperature Stable; Waist Heater

Abstrak. Rheumatoid arthritis (RA) merupakan penyakit autoimun yang menyebabkan peradangan kronis pada persendian, sehingga menimbulkan nyeri, bengkak, dan keterbatasan gerak. Terapi panas menjadi salah satu metode yang efektif untuk meredakan gejala RA karena dapat melancarkan sirkulasi darah, mengendurkan otot, dan mengurangi kekakuan sendi. Penelitian ini merancang dan menganalisis alat terapi rematik berbasis Arduino IDE dengan dua fitur utama: pemanas pinggang menggunakan DC Heater dan elektrostimulator punggung melalui modul L298N. Alat ini memiliki tiga mode operasi (Low, Medium, High) yang mengatur penundaan pulsa untuk menyesuaikan kenyamanan pasien. Suhu input sebesar 50°C diprogram untuk memberikan kehangatan optimal. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa tegangan keluaran catu daya sebesar 4,51 V dengan kesalahan 9%, input mikrokontroler 4,98 V dengan kesalahan 0,4%, output driver L298N sebesar 23,9 V, dan input DC Heater 4,98 V dengan kesalahan 0,4%. Semua nilai berada dalam batas toleransi aman. Uji kestabilan suhu selama 15 dan 25 menit menunjukkan perbedaan kecil antara suhu alat dan termokopel, menandakan performa alat yang stabil dan akurat. Berdasarkan hasil analisis teknis dan pengujian suhu, alat terapi rematik ini dinilai layak digunakan sebagai alternatif terapi non-farmakologis untuk penderita RA.

Kata kunci: Elektrostimulator Punggung; Modul L298N; Pemanas Pinggang; Suhu Stabil; Terapi Rematik

1. LATAR BELAKANG

Berdasarkan diagnosis tenaga kesehatan (Nakes) pada tahun 2013, setiap tahunnya lebih dari 36 juta orang meninggal karena Penyakit Tidak Menular (PTM) (63% dari seluruh kematian). Lebih dari 9 juta kematian yang disebabkan oleh penyakit tidak menular atau penyakit kardiovaskuler terjadi sebelum usia 60 tahun. Banyak macam penyakit kardiovaskuler, tetapi yang paling umum dan paling banyak diderita masyarakat adalah penyakit jantung koroner dan stroke. Penderita penyakit stroke di Indonesia tahun 2013 sebanyak 1.236.825 orang (7,0 per 1000 penduduk), sedangkan berdasarkan diagnosis Nakes/gejala diperkirakan sebanyak 2.137.941 orang (12,1 per 1000 penduduk). Penerapan bersepeda sederhana dan berulang, dapat diterapkan untuk berbagai pasien, dan biaya rendah serta teknologi portabel (David Barbosa, 2015). Terdapat banyak inovasi yang dilakukan oleh beberapa orang peneliti untuk mengembangkan sebuah konsep sepeda statis. Salah satu

contohnya sebuah konsep yang dibuat oleh Seki dan Colleagues yang mengembangkan sebuah perangkat kursi roda bersepeda. Sistem mengayuh diaplikasikan pada posisi pijakan kaki dari kursi roda standar. Pada alat yang biasa digunakan dan dijual di pasaran terdapat sebuah perangkat recumbent ergocycle. Perangkat ini berupa sebuah sepeda statis yang saat ini sudah banyak dikembangkan dan inovasi dalam bentuknya. Namun perangkat ini masih terbatas hanya rehabilitasi pada bagian kaki tanpa adanya latihan lengan tangan, dan untuk dimensi dari produk ini tidak sesuai dengan antropometri masyarakat Indonesia. Butuh dikembangkan sebuah sepeda statis untuk rehabilitasi stroke yang dapat menyesuaikan dengan semua keadaan dan psikologis dari penderita dan pada bagian atas juga dapat.

2. KAJIAN TEORITIS

Fokus utama tinjauan pustaka ini adalah terapi fisik untuk pasien stroke ringan, penggunaan sepeda statis dalam rehabilitasi, serta dampak pijatan atau stimulasi gerakan terhadap pemulihan pasien stroke ringan. Penelitian oleh Faghri et al. (2005) – "The Effects of Exercise on Stroke Recovery" Penelitian ini mengkaji efek dari berbagai jenis latihan fisik, termasuk penggunaan sepeda statis, pada pemulihan pasien stroke. Dalam studi ini, pasien stroke yang menjalani terapi fisik, termasuk latihan menggunakan sepeda statis, menunjukkan peningkatan signifikan dalam kekuatan otot, ketahanan fisik, dan mobilitas. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan alat seperti sepeda statis dalam terapi fisik untuk pasien stroke dapat meningkatkan hasil rehabilitasi, terutama dalam meningkatkan sirkulasi darah dan kekuatan otot, yang penting dalam pemulihan pasca-stroke. Kesimpulan Penelitian: Terapi fisik menggunakan sepeda statis efektif dalam memperbaiki kemampuan motorik dan kekuatan otot pasien stroke ringan.



Gambar 1. Alat Portable Kaki Statis Mini Bike Untuk Terapi Struk Ringan.

Komponen Teknologi Pendukung

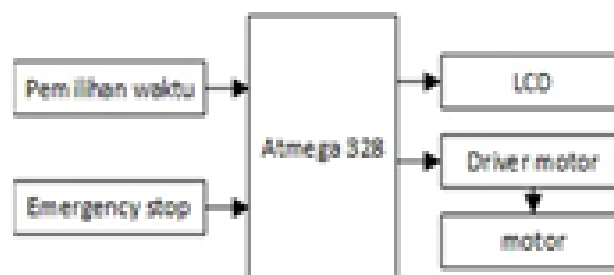
- a. Arduino Uno
- b. Push Button
- c. Layar 16x2
- d. Motor DC
- e. Driver Motor L298

3. METODE PENELITIAN

Penggunaan sepeda statis memberikan latihan kardiovaskular yang dapat meningkatkan daya tahan tubuh pasien dan memperbaiki fungsi tubuh yang terganggu akibat stroke Penelitian oleh Hara et al. (2013) – "Effect of Static Bicycle Exercise on the Improvement of Post-Stroke Physical Function" Penelitian ini fokus pada efek latihan menggunakan sepeda statis terhadap pemulihan fisik pasien stroke ringan. Dalam penelitian ini, pasien stroke yang melakukan latihan dengan menggunakan sepeda statis mini bike selama 4 minggu menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam kemampuan untuk bergerak, kekuatan otot, dan koordinasi motorik. Peningkatan ini juga diukur melalui pengamatan perubahan dalam peredaran darah dan tingkat ketegangan otot. Kesimpulan Penelitian: Sepeda statis mini bike terbukti memberikan manfaat dalam memperbaiki fungsi motorik pasien stroke ringan dengan meningkatkan sirkulasi darah, meredakan kekakuan otot, serta meningkatkan kekuatan otot pada bagian tubuh yang terdampak stroke.

Desain Sistem

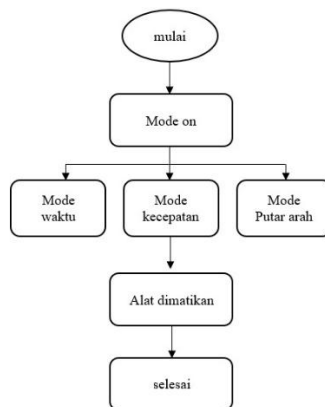
Blok diagram berfungsi untuk memudahkan seseorang dalam memahami cara kerja alat itu sendiri. Gambar 2 menunjukkan blok diagram tahap perancangan keseluruhan komponen yang digunakan dalam proses pembuatan Rancang bangun Alat Portable Kaki Statis Mini Bike Untuk Terapi Struk Ringan. Pada saat alat dinyalakan dimulai dengan menekan tombol power untuk menghidupkan alat lalu tekan tombol untuk tekan start pada tampilan LCD. Arduino akan memerintahkan sensor untuk membaca mode dan kecepatan yang telah diatur.



Gambar 2. Blok diagram.

Algoritma Program (Flowchart)

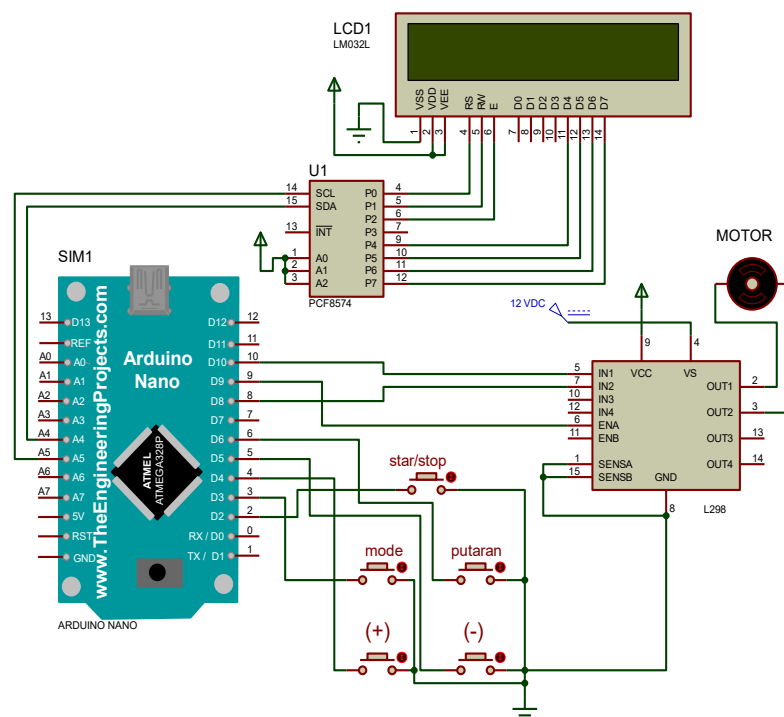
Flow Chart atau diagram alur merupakan sebuah diagram dengan simbol simbol grafis yang menyatakan aliran algoritma atau proses yang menampilkan langkah-langkah yang di simbolkan dalam bentuk kotak kotak beserta urutan nya dengan menghubungkan masing-masing langkah tersebut dengan tanda panah. Untuk mengetahui prinsip kerja Alat Portable Kaki Statis Mini Bike Untuk Terapi Struk Ringan.



Gambar 3. Flowcart alur pemrograman.

Rangkaian Keseluruhan dan Desain Alat

Seluruh komponen disusun dalam satu sistem tertutup menggunakan kerangka logam tahan panas. Posisi tombol kendali, LCD, dan pemanas diatur secara ergonomis.



Gambar 4. Rangkaian Keseluruhan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan Alat

Alat ini dirancang untuk membantu proses rehabilitasi pasien dengan stroke ringan, khususnya pada bagian kaki. Alat ini bekerja secara otomatis sesuai setting waktu (timer) dan level kecepatan yang ditentukan oleh pengguna. Pasien cukup meletakkan kaki pada pedal, dan motor akan memutar pedal sesuai kecepatan dan durasi yang telah dipilih.

Alat ini bisa digunakan untuk gerakan pasif (bantuan dari alat) maupun aktif (kayuhan oleh pengguna sendiri), disesuaikan dengan kondisi pasien. Sangat cocok untuk terapi stroke ringan, membantu memulihkan kekuatan otot, meningkatkan sirkulasi darah, dan mencegah kekakuan sendi. Membantu pemulihan pasca cedera kaki atau tangan, serta pemulihan pasca operasi.

Hasil Pengujian Alat

Tersedia 3 pilihan waktu terapi 10 menit, 20 menit dan 30 menit Timer ini berfungsi untuk mengatur durasi terapi secara otomatis. Setelah waktu habis, motor akan berhenti secara otomatis. Tersedia 5 level kecepatan yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan terapi Level 1: PWM = 150, Level 2: PWM = 175, Level 3: PWM = 200, Level 4: PWM = 225 dan Level 5: PWM = 250.

Pengaturan kecepatan ini dilakukan menggunakan teknik PWM (Pulse Width Modulation) yang mengatur seberapa besar tegangan rata-rata yang diberikan ke motor DC, sehingga kecepatan rotasi motor dapat dikontrol dengan halus. Untuk memastikan kecepatan motor sesuai dengan level yang dipilih, digunakan tachometer digital. Tachometer ini mengukur putaran motor dalam satuan RPM (Rotation Per Minute) untuk memastikan bahwa PWM menghasilkan kecepatan yang konsisten dan akurat di tiap level.

Tabel 1. Pengujian Tanpa Beban.

No.	Level Kecepatan (nilai PWM)	Nilai Tachometer (rotasi per menit)
1	Level 1 (150)	28,0 RPM
2	Level 2 (175)	40,5 RPM
3	Level 3 (200)	46,4 RPM
4	Level 4 (225)	53,1 RPM
5	Level 5 (250)	60,8 RPM

Tabel 2. Pengujian dengan beban (Pasien dengan berat badan 76Kg).

No.	Level Kecepatan (nilai PWM)	Nilai Tachometer (rotasi per menit)
1	Level 1 (150)	25,2 RPM
2	Level 2 (175)	38,1 RPM
3	Level 3 (200)	45,8 RPM
4	Level 4 (225)	52,5 RPM
5	Level 5 (250)	60,4 RPM

Kecepatan motor diatur menggunakan metode PWM (Pulse Width Modulation) yang mengontrol tegangan efektif yang diberikan ke motor. Mikrokontroler (misalnya Arduino Uno) digunakan sebagai otak sistem untuk mengatur Pemrosesan input tombol timer dan kecepatan, Kendali motor via driver motor dan Monitoring waktu dan pemutusan otomatis setelah waktu habis.

Untuk memastikan kecepatan motor sesuai, digunakan tachometer digital yang mengukur RPM (rotasi per menit). Hasil pengujian menunjukkan hubungan linier antara nilai PWM dan kecepatan motor, yang membuktikan bahwa kontrol kecepatan bekerja dengan baik.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian, dapat disimpulkan bahwa Alat Portable Kaki Statis Mini Bike berhasil dikembangkan sebagai media terapi fisik bagi penderita stroke ringan, terutama untuk melatih otot kaki dan melancarkan peredaran darah secara pasif. Alat ini dilengkapi dengan sistem pengatur waktu (timer) yang terdiri dari 3 pilihan durasi terapi, yaitu 10 menit, 20 menit, dan 30 menit, yang memudahkan pasien dalam menentukan waktu latihan sesuai kebutuhan dan kemampuan fisik. Sistem kontrol kecepatan yang terbagi dalam 5 level (PWM = 150–250) memungkinkan pengguna menyesuaikan intensitas gerakan pedal, dari yang lambat hingga cepat. Sistem ini bekerja secara efektif menggunakan teknik PWM untuk mengatur kecepatan motor DC. Hasil pengujian menggunakan tachometer digital menunjukkan bahwa kecepatan motor meningkat secara linier seiring naiknya nilai PWM, yang menandakan bahwa sistem pengaturan kecepatan bekerja dengan baik dan konsisten. Alat ini memiliki bentuk yang portabel, mudah digunakan, serta aman untuk terapi mandiri di rumah, sehingga mendukung proses rehabilitasi pasien secara efektif dan efisien.

DAFTAR REFERENSI

- Adam, A. M. (2018). *Evaluasi purna huni UB Sport Center (UBSC)* [Skripsi, Universitas Brawijaya]. Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.
- Barbosa, D. (2015). *Penerapan sepeda sederhana dan berulang bagi pasien stroke*.
- Choudary, R., Bharwaj, M., & Singh, B. P. (2012). Design and analysis of pulse width modulator (PWM) using current comparator. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 2(3), 45–50.
- D. Akbar, & Riyadi, S. (2018). Pengaturan kecepatan pada motor brushless DC (BLDC) menggunakan PWM (Pulse Width Modulation). *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 6(1), 33–40.
- Ffitnessapparatuur.nl. (n.d.). *Gambar sepeda fitnes*. Diambil dari <https://www.2ffitnessapparatuur.nl>
- Halodoc. (2021). *Kesehatan: Stroke*. Diambil kembali dari <https://www.halodoc.co.id/jenis-gejala-diagnosis-stroke>
- Helmi, K. (2024). *Sepeda terapi untuk pasien pasca stroke jenis iskemik dengan pengaturan kecepatan dan waktu, heart rate serta SpO2* [Tugas akhir D3, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta]. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- J. Phys. Ther. Sci. (2015). Effects of stationary cycling exercise on the balance and gait abilities of chronic stroke patients. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(12), 3739–3742. <https://doi.org/10.1589/jpts.27.3739>
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (2004). *Strategy maps: Converting intangible assets into tangible outcomes*. Harvard Business School Press.
- Khabiril, M. (2021). *Perancangan produk adjustable mini static bicycle dengan metode brainstorming untuk orang lanjut usia pasca stroke* [Skripsi, Universitas Negeri Yogyakarta]. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Khozîn, H. (2024). *Sepeda terapi untuk pasien pasca stroke jenis iskemik dengan pengaturan kecepatan dan waktu, heart rate serta SpO2* [Tugas akhir D3, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta].
- Kim, J., & Mauborgne, R. (2017). *Blue ocean shift: Beyond competing – Proven steps to inspire confidence and seize new growth*. Hachette Books.
- Rodika. (2013). *Rancang bangun sepeda untuk pasien pasca stroke* [Laporan penelitian]. Politeknik Negeri Bandung.
- Rosadila, F. (2022). *Perancangan sepeda roda tiga pasca stroke dengan mekanisme penggerak elektrik* [Skripsi, Universitas Sebelas Maret]. Universitas Sebelas Maret.
- Tenaga Kesehatan Indonesia. (2013). *Diagnosis jumlah penderita stroke di Indonesia tahun 2013*. Kementerian Kesehatan RI.