

## RANCANG BANGUN ALAT TERMO TERAPI NYERI PINGGANG

Aryani Adami<sup>1</sup>, Tri Novianti Saputri<sup>1</sup>, Ahmad Rifai<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknologi Elektro Medis, Universitas Mandala Waluya

<sup>1</sup>Jl. Jend. A. H. Nasution No. G-37, Kendari, 93231

Corresponding author: Aryani Adami (aryaniadami.umw@gmail.com)

### Abstrak

Pekerja dengan kerja fisik berat, sikap tubuh yang salah selama bekerja atau kerja statis berisiko untuk mengalami *low back pain* (LBP) atau nyeri pada daerah sekitar pinggang. Penyakit ini menyebabkan rasa tidak nyaman dan membatasi gerak penderita sehingga mengurangi produktivitas kerja. Salah satu usaha untuk mengurangi rasa nyeri akibat LBP adalah dengan memberikan terapi panas pada daerah yang terasa nyeri. Sensasi panas dapat menyebabkan vasodilatasi yaitu pelebaran pembuluh darah sehingga peredaran darah menjadi lancar dan membuat otot menjadi rileks. Suhu terapi optimum tercapai pada suhu 42°C dan lama terapi maksimum adalah 20-30 menit kecuali jika ada rekomendasi dari dokter atau ahli terapi fisik lainnya. Alat termoterapi pinggang dibuat dengan menggunakan sabuk yang dipasang pada pinggang pengguna yang di dalamnya terdapat elemen pemanas PTC dan sensor suhu DS18B20 untuk mendeteksi suhu yang dihasilkan. Sabuk terhubung pada sebuah *box* yang berisi mikrokontroler sebagai pusat pengendali kerja alat dan dilengkapi dengan tombol pengatur. Pengguna dapat melakukan pengaturan waktu dan suhu sesuai dengan yang diinginkan dengan menekan tombol up dan down pada *box* alat. Pada saat pengguna menekan tombol enter, maka heater akan mulai bekerja sehingga suhu dalam sabuk meningkat dan pengguna mulai merasakan efek panas. Suhu dalam sabuk akan terus meningkat dan apabila suhu setingan tercapai, waktu setingan mulai menghitung mundur. Mikrokontroler akan terus menjaga agar suhu dalam sabuk tetap stabil pada suhu setingan. *Buzzer* dipasang pada alat sebagai indikator yang akan berbunyi ketika waktu dan suhu terapi yang diinginkan telah tercapai. Proses pengujian keberhasilan rancangan alat dilakukan dengan dua pengujian kinerja alat yaitu pengujian suhu dan waktu yang ditampilkan pada LCD. Berdasarkan hasil pengujian kinerja alat diperoleh selisih suhu dengan thermometer yang telah dikalibrasi sebesar 1,4°C dengan nilai *error* sebesar 0,03%. Sementara pengujian waktu diperoleh rata-rata selisih sebesar 87,5 detik dengan stopwatch dan nilai *error* sebesar 18,12%.

**Kata Kunci :** Terapi, Panas, Pinggang, Mikrokontroler, Sensor suhu DS18B20

## DESIGN OF THERMO-THERAPY DEVICE FOR LOW BACK PAIN

### Abstract

Workers with heavy physical labor, incorrect posture during work or static work have a risk of experiencing low back pain (LBP) or pain in the area around the waist. This disease causes discomfort and limits the movement of sufferers, thus reducing work productivity. One of the efforts to reduce pain due to LBP is to provide heat therapy to the painful area. The sensation of heat can cause vasodilation, the widening of blood vessels so that blood circulation becomes smooth and makes muscles relax. The optimum treatment temperature is reached at 42°C and the maximum treatment duration is 20-30 minutes unless recommended by a physician or other physical therapist. The waist thermo-therapy device is made using a belt that is attached to the user's waist with a PTC heating element and a DS18B20 temperature sensor to detect the resulting temperature. The belt is connected to a box that contains a microcontroller as the tool's work control center and is equipped with a regulator button. The user can set the time and temperature as desired by pressing the up and down buttons on the box. When the user presses the enter button, the heater will start working so that the temperature in the belt increases and the user starts to feel the heat effect. The temperature in the belt will continue to increase and when the set temperature is reached, the set time starts counting down. The microcontroller will continue to keep the temperature in the belt stable at the set temperature. A buzzer is installed on the device as an indicator that will sound when the desired therapy time and temperature have been reached. The process of testing the success of the tool design is carried out with two performance tests, namely testing the temperature and time displayed on the LCD. Based on the results of testing the performance of the tool, the temperature difference with a calibrated thermometer is 1.4 °C with an error value of 0.03%. While testing the time obtained an average difference of 87.5 seconds with a stopwatch and an error value of 18.12%.

**Keywords :** Therapy, Heat, Waist, Microcontroller, DS18B20 temperature sensor

## I. PENDAHULUAN

*Low back pain* (LBP) merupakan nyeri yang dirasakan pada daerah punggung bawah pada daerah lumbal yang gejalanya dirasakan merata di daerah sekitar pinggang. Penyakit ini sering dirasakan oleh pekerja terutama pekerja dengan kerja fisik berat, sikap tubuh yang salah selama bekerja, atau kerja statis [1]. Banyak faktor yang menyebabkan timbulnya penyakit ini seperti kesalahan posisi otot atau sendi di bagian pinggang, kesalahan posisi duduk, kesalahan posisi ketika menngangkat benda berat atau gerakan mendadak yang dilakukan secara berulang-ulang. Penyakit ini juga dapat disebabkan oleh kondisi degeneratif karena usia seperti osteoporosis, infeksi virus, iritasi pada sendi atau kelainan bawaan pada tulang belakang [2].

Nyeri pinggang menyebabkan rasa tidak nyaman dan aktivitas terganggu karena membatasi gerak seseorang. Agar produktivitas kerja tidak terganggu karena nyeri pinggang, dibutuhkan usaha untuk meredakan nyeri pinggang yang dirasakan. Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk meredakan nyeri pada pinggang akibat *low back pain* adalah dengan memberikan terapi panas. Terapi ini dilakukan dengan memberikan sensasi panas ke daerah yang mengalami nyeri [3]. Sensasi panas dapat menyebabkan vasodilatasi yaitu kondisi dimana pembuluh darah di daerah yang terkena sensasi panas melebar. Pelebaran pembuluh darah menyebabkan peredaran darah menjadi lancar dan membuat otot menjadi rileks [4].

Terapi panas dapat menyebabkan vasodilatasi maksimal pada suhu 42°C dalam waktu 20 – 30 menit. Akan tetapi mengingat kondisi kulit pasien berbeda-beda maka waktu dan suhu terapi disesuaikan dengan kondisi pasien. Waktu terapi tidak dilakukan lebih dari 30 menit kecuali jika ada rekomendasi dari dokter atau ahli terapi fisik lainnya. Waktu terapi yang lebih lama dari 30 menit akan menyebabkan terjadinya penyempitan pembuluh darah yang disebabkan oleh kontraksi otot-otot di dinding pembuluh darah [5].

Berdasarkan hal di atas maka penelitian ini bertujuan untuk merancang alat termo terapi *low back pain* yang dilengkapi dengan pengatur suhu dan waktu serta menganalisis keakuratan suhu dan waktu pada alat. Pengaturan suhu dan waktu terapi secara otomatis dapat dilakukan dengan menggunakan pengendali mikrokontroler. Di dalam mikrokontroler terdapat central processing unit, memori, dan perangkat input dan output (I/O). mikrokontroler dirancang untuk mengatur operasi tertentu dalam system yang tertanam di dalamnya, tanpa memerlukan system operasi yang rumit [6]. Komponen ini telah banyak digunakan pada berbagai aplikasi elektronik. *Thermometer non-contact* dengan output suara berbasis *DF player* menggunakan mikrokontroler sebagai pusat kendali kerja alat. Alat yang dirancang menerapkan pengukuran suhu tubuh tanpa kontak langsung dan tanpa memerlukan operator sehingga mencegah potensi penularan penyakit antar pengguna

termometer. Sistem dirancang akan secara otomatis melakukan pengukuran suhu saat objek di berada depan sensor suhu pada jarak kurang dari 6 cm [7]. Alat *GPS tracker* pada kereta bayi berbasis mikrokontroler merupakan alat pelacak kereta bayi untuk meningkatkan keamanan dan meminimalkan risiko kehilangan atau penculikan bayi. *GPS tracker* dirancang menggunakan system control mikrokontroler ATmega 328 dengan metode FTDI. System pelacakannya menggunakan modul GPS NEO-M8 dan modul GSM SIM800L V2 sebagai media komunikasi [8].

## II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini diawali dengan perancangan alat, perangkaian komponen berdasarkan skematik rangkaian dan kemudian dilanjutkan dengan pengujian kinerja alat hasil rancangan.

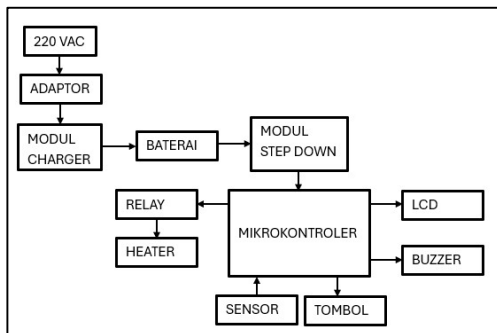
### A. Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan pada pembuatan alat terapi pinggang ini antara lain elemen pemanas (heater) sebagai sumber panas dan sensor suhu untuk mendeteksi besaran suhu yang dihasilkan. Heater yang digunakan adalah elemen pemanas PTC (*positive temperature coefficient*) yaitu komponen listrik yang terbuat dari keramik dan digunakan untuk menghasilkan panas. Heater mengubah energi Listrik menjadi panas melalui pemanasan joule. Arus Listrik melalui elemen menemui hambatan, menghasilkan pemanasan elemen [9]. Heater dan sensor suhu diletakkan di dalam sabuk yang akan dikenakan pada pinggang pasien. Sabuk dihubungkan dengan box yang berisi rangkaian pengontrol yang di dalamnya terdapat baterai sebagai sumber tegangan, modul charger sebagai pengaman baterai, modul step down sebagai penurun tegangan sesuai yang diinginkan, dan mikrokontroler sebagai pusat koordinasi kerja alat. Box dilengkapi dengan LCD dan tombol pengatur suhu dan timer sesuai keinginan pengguna. Pengaturan kerja alat diatur melalui bahasa pemrograman yang dimasukkan ke mikrokontroler melalui aplikasi Arduino.

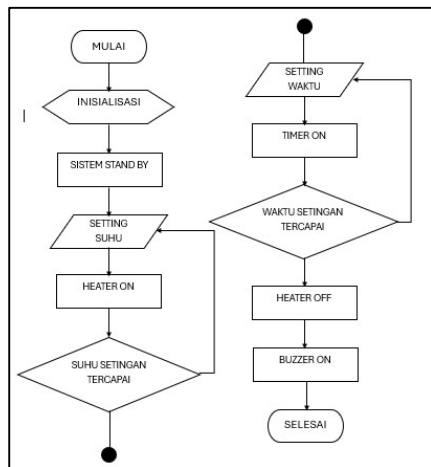
### B. Metode Perancangan Alat

Baterai sebanyak 3 buah digunakan sebagai sumber tegangan alat terutama heater. Mikrokontroler ATmega 328 hanya membutuhkan 5 V DC sehingga tegangan diturunkan menggunakan modul step down. Heater dan sensor suhu DS18B20 diletakkan pada sabuk yang akan dikenakan pada pinggang pengguna yang mengalami nyeri. Suhu dan lama terapi yang diinginkan pengguna diatur melalui tombol pada box alat. Suhu dan waktu yang dipilih akan ditampilkan pada LCD. Ketika suhu dan waktu telah ditentukan, maka pengguna akan menekan tombol *enter*, sehingga heater akan mulai bekerja. Sensor suhu akan mendeteksi suhu yang dihasilkan heater. Apabila suhu

dan waktu yang diinginkan sudah tercapai, buzzer akan berbunyi sebagai tanda waktu terapi telah selesai. Proses kerja alat dapat dilihat pada blok diagram alat pada Gambar 1 dan diagram alir program pada Gambar 2 berikut :



Gambar 1. Blok Diagram Alat



Gambar 2. Diagram Alir Program

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil

Alat terapi nyeri pinggang telah berhasil dibuat dan rangkaian alat keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini :



Gambar 3. Alat Terapi Nyeri Pinggang

Setelah alat telah berhasil dirangkai selanjutnya dilakukan uji kinerja alat untuk mengetahui apakah alat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Terdapat dua tahap pengujian kinerja alat yaitu pengujian suhu dan

pengujian waktu pengaturan. Tabel 1 menunjukkan pengujian suhu yang ditampilkan pada LCD dibandingkan dengan suhu thermometer yang telah dikalibrasi. Sedangkan Tabel 2 menunjukkan pengujian waktu pengaturan lama terapi yang ditampilkan pada LCD dan dibandingkan dengan waktu yang ditunjukkan oleh stopwatch yang telah dikalibrasi.

Tabel 1. Pengujian Suhu Settingan Alat

No	Suhu LCD (°C)	Suhu Termokopel (°C)	Selisih	% Error
1	36	36	0	0
2	37	37	0	0
3	38	38	0	0
4	39	39	0	0
5	40	38	2	0,05
6	41	39	2	0,05
7	42	39	3	0,07
8	43	41	2	0,05
9	44	42	2	0,04
10	45	42	3	0,07
<b>Rata-rata</b>			<b>1,4</b>	<b>0,03</b>

Tabel 2. Pengujian Waktu Settingan Alat

No	Waktu Setting LCD (detik)	Waktu Stopwatch (detik)	Selisih	% Error
1	300	300	0	0.0
2	600	380	220	57
3	900	850	50	8.5
4	1200	1120	80	7,0
<b>Rata-rata</b>			<b>87,5</b>	<b>18,12</b>

#### B. Pembahasan

Alat terapi pinggang dirancang untuk meredakan nyeri pada pinggang. Alat ini menghasilkan panas yang bersumber dari heater. Panas yang dihasilkan akan memberikan rangsangan panas untuk melebarkan pembuluh darah sehingga sirkulasi darah pada pinggang menjadi lancar dan nyeri pinggang dapat berkurang.

Alat ini dirancang untuk dapat digunakan secara portabel dengan menggunakan baterai sebagai sumber tegangan. Alat juga dilengkapi dengan adaptor sehingga dapat disambungkan langsung ke sumber listrik. Tegangan maksimum alat sebesar 12 V untuk kebutuhan heater sementara tegangan mikrokontroler sebesar 5 V sehingga sebelum masuk ke mikrokontroler, tegangan terlebih dahulu diturunkan menggunakan modul step down. Waktu dan suhu terapi yang diberikan bergantung kepada kondisi setiap pengguna. Oleh sebab itu diperlukan tombol pengatur suhu dan waktu sesuai yang diperlukan. Alat ini juga dilengkapi dengan LCD yang akan menampilkan suhu dan waktu terapi yang ditentukan pengguna. Komponen ini dirangkai dan diletakkan dalam box berukuran 18 cm x 11 cm x 11 cm.

Sebagai sumber panas digunakan heater yang diletakkan dalam sabuk yang nantinya dipasangkan pada pinggang pengguna. Dalam sabuk ini juga dilengkapi dengan sensor suhu DS18B20 yang akan mendeteksi suhu yang dihasilkan oleh heater. Suhu yang dideteksi oleh sensor suhu akan menjadi input ke mikrokontroler sebagai pusat kendali alat. Nilai suhu yang dihasilkan heater akan ditampilkan pada LCD. Pada saat proses terapi telah selesai maka *buzzer* akan berbunyi sebagai indikator suara.

Alat yang telah selesai dirangkai kemudian dilakukan pengujian. Setelah memastikan daya baterai penuh, pengguna kemudian memasang sabuk ke pinggang yang mengalami nyeri. Pengguna dapat melakukan pengaturan waktu dan suhu dengan menekan tombol up dan down pada box alat sesuai dengan yang diinginkan. Pada saat pengguna menekan tombol enter, maka heater akan mulai bekerja sehingga suhu dalam sabuk meningkat dan pengguna mulai merasakan efek panas. Suhu dalam sabuk akan terus meningkat dan ketika mencapai suhu setingan, waktu setingan mulai menghitung mundur. Pada proses ini, heater, sensor suhu, dan mikrokontroler akan saling berkoordinasi [10]. Pada saat sensor mendeteksi suhu dalam sabuk lebih tinggi dari suhu setingan, mikrokontroler akan memutuskan tegangan menuju heater sehingga suhu akan menurun. Apabila sensor suhu mendeteksi suhu dalam sabuk lebih rendah dari suhu setingan, mikrokontroler akan memerintahkan relay untuk menyalakan heater.

Proses pengujian keberhasilan rancangan alat dilakukan dengan dua pengujian kinerja alat yaitu pengujian suhu dan pengujian waktu. Nilai ketidakpastian pengukuran dapat diperoleh melalui proses kalibrasi, yaitu suatu kegiatan untuk memastikan keakuratan nilai yang ditunjukkan oleh alat ukur. Proses ini dilakukan dengan membandingkan alat tersebut terhadap standar ukur yang memiliki keterlacakan ke standar nasional maupun internasional [11]. Pengujian suhu dilakukan dengan membandingkan suhu yang ditampilkan pada LCD alat dengan suhu termokopel yang ditempelkan pada sabuk. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh rata-rata selisih sebesar  $1.4^{\circ}\text{C}$  dan % error sebesar 0,03%. Sementara pengujian waktu dilakukan dengan membandingkan waktu yang ditampilkan pada LCD alat dengan waktu yang ditunjukkan oleh stopwatch. Berdasarkan hasil pengujian waktu terapi diperoleh rata-rata selisih sebesar 87,5 detik dengan % error sebesar 18,12%. Hal ini menunjukkan bahwa alat terapi pinggang hasil perancangan telah bekerja sesuai dengan yang diinginkan.

#### IV. KESIMPULAN

1. Alat terapi pinggang hasil perancangan pada penelitian ini telah berhasil dibuat dengan menggunakan mikrokontroler Atmega 328 sebagai pengendali kinerja alat, elemen pemanas PTC sebagai sumber panas, dan sensor suhu DS18B20.

2. Hasil pengujian suhu menunjukkan rata-rata selisih sebesar  $1.4^{\circ}\text{C}$  dan % error sebesar 0,03%. Sementara pengujian waktu diperoleh rata-rata selisih sebesar 87,5 detik dengan % error sebesar 18,12%.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Laboratorium Workshop Program Studi D-III Teknologi Elektro Medis Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Mandala Waluya dan kepada semua pihak yang telah berkontribusi pada penyelesaian penelitian dan artikel ini.

#### REFERENSI

- [1] A. Priantoro, "Hubungan Perilaku Kerja Dengan Kejadian Nyeri Pinggang Bawah Pada Buruh Di Pasar Tengah Tanjung Karang Pusat Bandar Lampung Periode November – Desember Tahun 2013", *Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan*, Vol. 4, No. 3, 2017
- [2] R. Rosadi, S. S. I. Wardoyo, dan M. F. Algifari, "Penatalaksanaan Fisioterapi Kasus Lower Back Pain e.c. Spondylosis Lumbal : Studi Kasus", *Jurnal Ilmu Fisioterapi (JIF)* Vol. 5, 2022.
- [3] D. Nila, P. S. Indah "Efektifitas Terapi Panas dan Dingin Terhadap Penurunan Nyeri Pinggang Pada Pasien di Puskesmas", Vol.15, No.2, *Jurnal Keperawatan*, Universitas Indonesia, 2021
- [4] M. Anggriyani dan A. Adami, "Korset Hangat Elektrik untuk Penderita Nyeri Haid", *Jurnal TEMIK* Vol. 6 No. 2, 2022
- [5] F. Wijaya, "Efektivitas Terapi Manipulatif Dan Terapi Panas Terhadap Penurunan Nyeri, Peningkatan *Range Of Motion (ROM)* dan Fungsi Gerak Pada Kasus *Low Back Pain (LBP)*", Skripsi Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Yogyakarta, 2021
- [6] I. G. S. Widharma, "Mikrokontroler dan Aplikasi", Banyumas : Wawasan Ilmu, 2022.
- [7] M. S. Abidin, D. K. Sutiari, L. O. Hamrin, R. U. Kasih, dan A. Adami, "Rancang Bangun Termometer Non-Contact Dengan Output Suara Berbasis Df-Player", *Jurnal Semantik* Vol. 9 No. 2, 2023
- [8] F. Rahman, D. K. Sutiari, T. Surianto, L. O. H. Sagala, "Rancang Bangun Alat GPS Tracker Pada Kereta Bayi Berbasis Mikrokontroler ATmega328", *Jurnal Nasional Teknomedik*, Vol. 1 No. 1, 2024.
- [9] M. F. Mochamad, M. Rumbayan, dan B. S. Narasiang, "Monitoring dan Controller Alat Pengering Ikan Tenaga Surya Berbasis IoT", *Teknik Elektro*, Universitas Sam Ratulangi, Manado, 2021
- [10] J. Fauziyah, "Bantal Hangat Sebagai Pereda Dismenore Pada Remaja Berbasis Arduino Nano", Karya Tulis Ilmiah, Politeknik Kesehatan Kementrian Kesehatan Jakarta II, Jakarta, Indonesia, 2024.

[11] M. A. Hafid, L.O. Hamrin, dan R. U. Kasih,  
“ Rancang Bangun Kalibrator Termometer Digital  
Klinis Menggunakan Media Air Berbasis

Mikrokontroler” Jurnal Nasional Teknomedik, Vol.  
1 No. 2, 36 – 41