

Pengembangan Sistem Terapi Inframerah Otomatis Berbasis Sensor MLX90614 untuk Pengobatan Nyeri Otot

Oleh:

Zhudiah Annisa

Agus Hayatal Falah

Progam Studi Teknik Elektro

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

April, 2026

Pendahuluan

- Nyeri otot sebagai gangguan muskuloskeletal umum ditangani dengan terapi inframerah yang bekerja melalui mekanisme pemanasan untuk meningkatkan sirkulasi darah dan relaksasi otot.
- Perangkat terapi inframerah konvensional masih menggunakan pengaturan manual sehingga suhu tidak stabil dan berpotensi menimbulkan risiko overheating.
- Diperlukan sistem kontrol suhu otomatis berbasis mikrokontroler dengan pengukuran real-time untuk menjaga suhu tetap stabil, aman, dan efektif.

Pertanyaan Penelitian (Rumusan Masalah)

1. Bagaimana proses pengembangan dan konstruksi alat untuk meredakan nyeri otot dengan memanfaatkan teknologi sinar inframerah?
2. Bagaimana merancang mekanisme pengendalian suhu otomatis untuk alat terapi inframerah agar intensitas cahaya dapat diatur sesuai kebutuhan?
3. Bagaimana cara menyematkan (mengintegrasikan) sensor suhu ke dalam alat terapi agar pemantauan dan pembacaan suhu selama sesi pengobatan dapat dilakukan dengan tepat dan akurat?

Metode

- Menggunakan metode eksperimental dengan pendekatan perancangan dan pengembangan (research and development) untuk membangun sistem terapi inframerah otomatis berbasis mikrokontroler.
- Melakukan perancangan dan integrasi perangkat keras serta perangkat lunak, meliputi sensor MLX90614, sensor HC-SR04, Arduino Uno, dan sistem kontrol suhu berbasis P-Control dengan sinyal PWM.
- Melakukan pengujian kinerja sistem berdasarkan parameter akurasi, stabilitas suhu, dan respons sistem terhadap variasi jarak serta kondisi operasi.

Hasil

- Sistem terapi inframerah dengan kontrol proporsional dan filter Moving Average mampu meningkatkan stabilitas suhu dibandingkan sistem tanpa kontrol, dengan penurunan deviasi suhu dari $\pm 1,8^{\circ}\text{C}$ menjadi $\pm 0,6^{\circ}\text{C}$ pada setpoint 45°C .
- Suhu rata-rata yang dihasilkan berada dalam rentang $35,27^{\circ}\text{C}$ hingga $42,61^{\circ}\text{C}$ pada variasi jarak 15 cm, 30 cm, dan 45 cm.
- Sistem menunjukkan performa optimal pada jarak 15–45 cm, di mana suhu dapat dipertahankan mendekati setpoint dengan respons yang cukup stabil.

Pembahasan

Penerapan kontrol proporsional (P-Control) terbukti mampu meningkatkan stabilitas suhu dibandingkan sistem tanpa kontrol, ditunjukkan dengan penurunan fluktuasi dan deviasi suhu terhadap setpoint.

Respons sistem menunjukkan karakteristik dinamis berupa percepatan waktu naik dan waktu tunak, namun masih terdapat overshoot dan error steady-state akibat keterbatasan kontrol proporsional.

Variasi jarak mempengaruhi kinerja sistem, di mana peningkatan jarak menyebabkan penurunan intensitas radiasi inframerah sehingga respons pemanasan menjadi lebih lambat dan kurang stabil.

Temuan Penting Penelitian

- Implementasi kontrol proporsional (P-Control) yang dikombinasikan dengan filter Moving Average secara signifikan meningkatkan stabilitas suhu dan mengurangi fluktuasi dibandingkan sistem tanpa kontrol.
- Sistem mampu mempertahankan suhu dalam rentang terapeutik dengan deviasi yang relatif kecil, meskipun masih terdapat fenomena overshoot dan error steady-state.
- Jarak antara sumber inframerah dan objek menjadi faktor dominan yang mempengaruhi performa sistem, khususnya terhadap laju pemanasan dan kestabilan suhu.

Manfaat Penelitian

- Mengembangkan sistem terapi inframerah otomatis berbasis mikrokontroler untuk pengendalian suhu yang lebih stabil dan terukur.
- Meningkatkan akurasi dan kestabilan suhu melalui penerapan metode kontrol proporsional dan pemrosesan data sensor.
- Meningkatkan keamanan dan kenyamanan pengguna dengan menjaga suhu terapi dalam rentang yang aman secara otomatis.

Referensi

- A. F. Ibadillah, R. Alfita, R. V. Nahari, K. A. Wibisono, and H. W. Aprilyanto, "Rancang Bangun Alat Infrared Theraphy Infrared Berbasis STM-32 untuk Deteksi Nyeri Otot," *J. Teknol. Elektro*, vol. 13, no. 1, pp. 35–40, 2022, doi: 10.22441/jte.2022.v13i1.007.
- E. Eriwati, "Rancang Bangun Alat Kontrol Terapi Infrared Berbasis Arduino Uno," *J. Tek. Ind. Terintegrasi*, vol. 6, no. 1, pp. 349–353, 2023, doi: 10.31004/jutin.v6i1.18018.
- L. Lusiana, A. F. Wardani, and I. Asif, "Development of Infrared Therapy Device Based on Android Application Using Bluetooth Communication to Minimize the Patient Contact," *J. Teknokes*, vol. 15, no. 1, pp. 28–34, 2022, doi: 10.35882/teknokes.v15i1.5.

