

# Rancang Bangun Phantom sebagai Pendeteksi Pola Perubahan Suhu dari efek Terapi Infra Merah

Lamidi<sup>#</sup>, Abd Kholiq

Jurusan Teknik Elektromedik Poltekkes Kemenkes, Surabaya

Jl. Pucang Jajar Timur No. 10, Surabaya, 60245, Indonesia

[justlamidi@yahoo.co.id](mailto:justlamidi@yahoo.co.id), [kawuloh@gmail.com](mailto:kawuloh@gmail.com)

**Abstrak**— Termoterapi merupakan perawatan terapeutik berdasarkan transfer energi panas ke dalam tubuh. Tujuan utama pada bidang klinis terapi ini adalah untuk mencapai hasil pengobatan pada pasien tanpa merusak jaringan tubuh. Pemberian dosis panas terapi infra merah dikaitkan dengan parameter jarak dan waktu penyinaran, untuk menghasilkan dosis panas yang optimal terhadap permukaan kulit belum banyak diungkap secara detail. Sehingga disini pembuatan phantom untuk melakukan penelitian tentang dosis panas pada permukaan kulit tanpa harus melibatkan makhluk hidup secara langsung penting untuk dilakukan. Penelitian ini dapat memberikan gambaran akan paparan panas yang diterima oleh phantom, yang nantinya dapat digunakan sebagai pertimbangan penentuan dosis terkait keselamatan klinis apabila diaplikasikan pada tubuh pasien. Pada penelitian ini menggunakan 2 sensor Lm 35 dan Arduino sebagai mikrokontrollernya. Menggunakan Delphi sebagai monitoring penyebaran suhu pada 2 sensor ini. Pada Delphi juga tersedia fitur untuk save data sehingga mempermudah melakukan pengolahan data hasil monitoring kedua sensor suhu tersebut. Setelah melakukan penelitian diperoleh hasil yang menunjukkan bahwa jarak sangat berpengaruh terhadap peningkatan suhu pada phantom dimana semakin jauh jarak penyinaran maka peningkatan suhu pada phantom semakin kecil. Dalam penelitian ini masih terdapat beberapa yang perlu ditingkatkan atau dikembangkan seperti penambahan sensor untuk mengetahui penyebaran penyinaran infra merah pada titik-titik vital dari daerah yang disinari. Pembuatan phantom bagian tubuh yang lain seperti punggung atau kaki, sehingga dapat menambahkan jumlah sensor lebih banyak lagi. dan melakukan Analisa berapa lama waktu yang baik untuk terapi infra merah.

**Kata Kunci**—Termoterapi, Phantom, Lm35, Delphi, Arduino

## I. PENDAHULUAN

Termoterapi merupakan perawatan terapeutik berdasarkan transfer energi panas ke dalam tubuh. Tujuan utama pada bidang klinis terapi ini adalah untuk mencapai hasil pengobatan pada pasien tanpa merusak jaringan tubuh [1]. Energi pemaparan panas dapat diberikan melalui media sumber cahaya lampu infra merah dikarenakan dapat memperbaiki sistem metabolisme ini terkait dengan peningkatan pengiriman oksigen dan nutrisi dalam sel darah sehingga dapat memperbaiki dan meregenerasi metabolisme jaringan tubuh [2]. Penyinaran ini mengakibatkan peningkatan metabolisme dan ion-ion tubuh dari penyerapan energi cahaya [3]. karena radiasi infra merah dapat menyebabkan pergetaran molekul – molekul yang ada didalam tubuh. Dengan pelebaran pembuluh darah maka aliran darah menjadi lancar. Sebagai akibatnya oksigen dan nutrisi dapat disalurkan ke jaringan yang membutuhkan, serta produk metabolisme yang sudah tidak dipakai bisa disalurkan ke darah untuk selanjutnya dibuang. Penggunaan lampu infra merah telah banyak digunakan dalam bidang medis, seperti terapi untuk kelelahan atau kerusakan otot yang disebabkan oleh radikal bebas seperti reactive oxygen species dan nitrogen species [4]. Beberapa penelitian terkait dampak positif penggunaan pemaparan radiasi panas lampu infra merah telah banyak dilakukan. Penelitian Ferrari menunjukkan adanya pengaruh penyinaran laser infra merah 808 nm mampu meningkatkan performansi otot pada uji isokinetic dynamometry [5].

Selain memiliki dampak positif, terapi ini juga memiliki dampak negatif pada permukaan kulit yang dipapari lampu infra merah, pemberian dosis secara berlebihan bisa berdampak pada luka bakar pada tubuh, baik luka bakar ringan

sedang maupun berat [1]. Penelitian yang telah dilakukan oleh Soyun Cho et al pada tahun 2009 menjelaskan bahwa pemberian dosis panas menggunakan Near Infrared selama 90 menit pada suhu 43°C pada kulit mengakibatkan luka bakar [6]. Koichi Ito dkk, meneliti tentang Perkembangan dan Karakteristik Biologis Phantom Setara Jaringan untuk Microwaves dimana dia menggunakan mikrowave sebagai sumber panas yang diberikan ke phantom dan camera thermographic sebagai deteksi panasnya [7]. Berdasarkan beberapa penelitian diatas bahwa keberhasilan terapi infra merah bergantung pada dosis energi panas yang diberikan, dan dosis panas yang diterima oleh tubuh. dapat dilakukan dengan pengaturan jarak pemaparan lampu infra merah pada permukaan kulit, lamanya waktu penyinaran dan kedalaman panas yang diterima jaringan tubuh yang disinari akan menjadi penelitian yang perlu dikembangkan. Pemberian dosis panas terapi infra merah dikaitkan dengan parameter jarak dan waktu penyinaran, untuk menghasilkan dosis panas yang optimal terhadap permukaan kulit belum banyak diungkap secara detail. Peneliti yang akan kami lakukan berjudul “rancang bangun phantom sebagai pengganti jaringan tubuh untuk mendeteksi pola perubahan suhu terapi infra merah”.

Pada penelitian ini penggunaan phantom jaringan tubuh sebagai sarana perlakuan pengganti pengukuran pada pasien sebenarnya sehingga tidak perlu melakukan pembedahan atau secara invansif, dengan meletakkan sensor pada phantom jaringan tubuh dengan kedalaman berbeda diharapkan didapat hasil pengukuran perambatan source infra merah pada tubuh pasien pada saat dilakukan terapi termal atau termoterapi. Data hasil perambatan panas yang diterima phantom dengan kedalaman sensor berbeda dapat dimonitor pada layar PC, sehingga dapat diketahui waktu dan pola dari aktifitas jaringan

tubuh manusia pada saat dipapari sinar lampu infra merah tersebut, sehingga didapatkan dosis aman bagi pasien pada jarak paparan dan waktu dengan menggunakan lampu infra merah pada saat dilakukan terapi

Hasil dari perubahan panas yang terdapat didalam phantom dapat dilihat pada monitor PC (Personal Computer) untuk mengetahui pola perambatan panas yang ada didalam phantom sebagai media pembelajaran mahasiswa dalam mengamati perubahan panas pada phantom. Dengan pendekatan ini akan dapat ditentukan skema terapi yang akan menghasilkan dosis aman bagi pasien, yang dapat menghindarkan pasien dari dampak negative pemberian terapi inframerah ini, sebagaimana telah disebutkan dalam penelitian yang dipublikasikan oleh Riadh 2006 [1].

Penelitian ini dapat memberikan gambaran akan paparan panas yang diterima oleh phantom, yang nantinya dapat digunakan sebagai pertimbangan penentuan dosis terkait keselamatan klinis apabila diaplikasikan pada tubuh pasien, selain itu dapat mengetahui pola perambatan panas pada phantom jaringan tubuh saat terapi menggunakan infra merah.

## II. BAHAN-BAHAN DAN METODE

### A. Setting Percobaan

Penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengambilan data pada jarak 25 cm, 30 m, 35 cm, dan 40 cm dimana masing-masing jarak diambil sebanyak 5 kali.

#### 1) Bahan dan Alat

Penelitian ini menggunakan bahan kimia untuk pembuatan phantom. Berikut adalah bahan bahan pembuatan phantom:

TABEL 1. KOMPOSISI BAHAN KIMIA PEMBUATAN PHANTOM

No	Komposisi Bahan	Gram
1	Air deioisasi	3375
2	Natrium Dehydroacetate	2
3	Natrium Chloride (NaCl)	21.5
4	Polyethylene powder	548.1
5	TX-151	57.1
6	Agar	104.6

Peralatan yang yang digunakan dalam pembuatan phantom adalah:

TABEL 2. PERALATAN DALAM PEMBUATAN PHANTOM

No	Komposisi Bahan	Jumlah
1	Panci	1
2	Pengaduk	1
3	Sendok	1
4	Handskun	1
5	Kompom gas	1
6	Corong	1

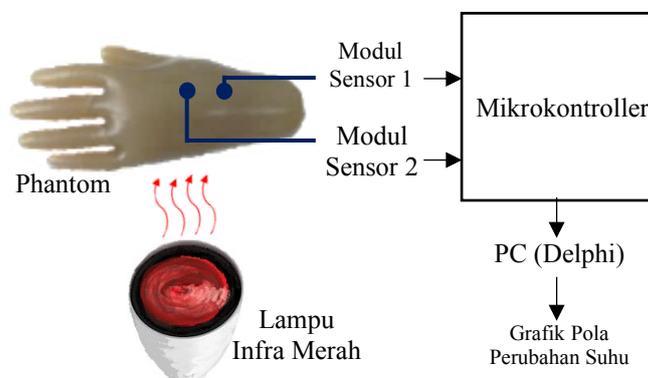
#### 2) Eksperimen

Dalam penelitian ini, setelah merancang design phantom dan melakukan perancangan rangkaian untuk sensor suhu, phantom yang dibuat dipergunakan sebagai media uji

pengganti tangan manusia. Phantom tersebut telah di tanamkan sensor suhu dengan kedalaman yang berbeda dimana sensor 1 = 2 cm dan sensor 2 = 1 cm. Proses pengujian dilakukan dengan mencari penyebaran suhu pada dengan melakukan penyinaran menggunakan infra merah.

### B. Blok Diagram

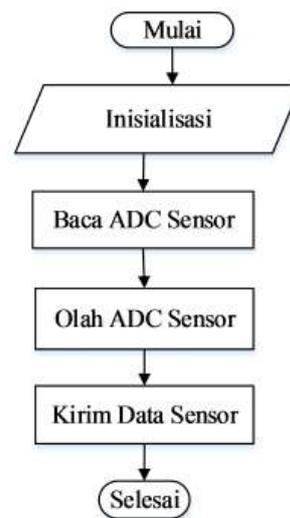
Pada penelitian ini, panas yang dihasilkan pada saat penyinaran oleh infra merah akan dibaca oleh sensor yang di tanam di phantom.



Gambar 1. Blok Diagram Penelitian Rancang Bangun Phantom

### C. Diagram Alir

Setelah alat dinyalakan, mikrokontroler jenis arduino mulai menginisialisasi dari masing masing sensor, setelah itu arduino tersebut mulai membaca nilai tegangan yang dikeluarkan oleh kedua sensor suhu, selanjutnya nilai dari tegangan dari kedua sensor suhu tersebut dikonversi menjadi data digital lalu ditampilkan pada LCD karakter, untuk tampilan grafik dapat dilihat menggunakan program delphi yang yang nantinya ditampilkan pada layar komputer.

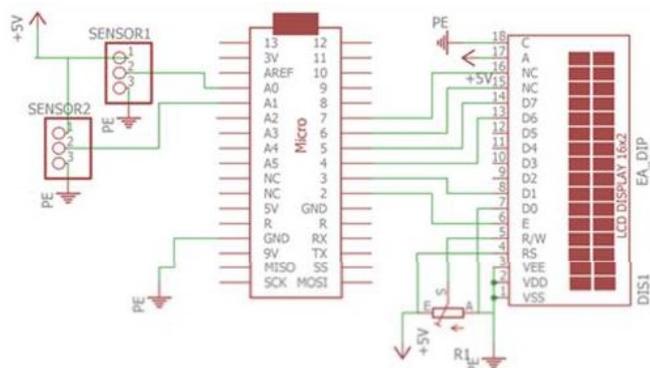


Gambar 2. Flowchart program Atmega 328

### D. Rangkaian Analog

Rangkaian keseluruhan yang diinginkan ditunjukkan oleh gambar 3, rangkaian ini terdiri dari 2 sensor dan output dari sensor ini masing masing masuk ke kaki analog 0 dan kaki analog 1 dari Arduino nano. Hasil dari pembacaan sensor 1

dan 2 akan diolah di Arduino dan nantinya ditampilkan pada LCD dan PC melalui Delphi.



Gambar 3. Rangkaian Keseluruhan

### III. HASIL

Phantom jaringan tubuh yang digunakan sebagai simulasi jaringan tubuh yang akan terpapar infra merah haruslah mempunyai karakteristik sesuai dengan jaringan tubuh sebenarnya. Berdasarkan tabel 1, maka sifat phantom haruslah mempunyai konduktivitas dan permitivitas yang sesuai dengan jaringan tubuh yang sebenarnya. Dimensi phantom yang dibuat oleh penulis adalah phantom jaringan lengan tangan yang dimensinya disesuaikan dengan ukuran yang sebenarnya. Gambar 4 menunjukkan dimensi phantom yang sesuai dengan lengan tangan yang sesungguhnya.

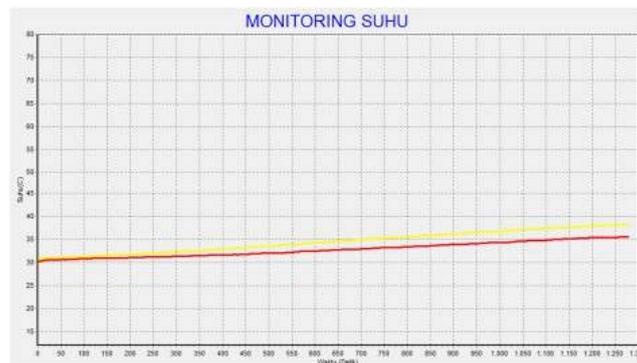
Dalam penelitian ini, phantom dites dengan melakukan penyinaran menggunakan alat infra merah untuk mengetahui perubahan panas yang dihasilkan pada sensor yang ditanam atau dipasang dengan kedalaman sensor 1 = 2 cm dan sensor 2 = 1 cm. Berikut adalah bentuk dari phantom:



Gambar 4. Phantom Tangan

#### 1) Hasil Pengukuran pada Jarak 25 cm

Berikut adalah grafik dari hasil pengukuran jarak 25 cm:



Gambar 5. Hasil Pengukuran pada Delphi

Gambar 5 menunjukkan hasil tampilan delphi pada saat melakukan pengujian pada jarak 25 cm. Berikut ini adalah data yang diambil dari hasil pembacaan pada jarak 25,30,35,40cm yang di tampilkan pada table 2,3,4 dan 5. Berikut adalah tabel dari hasil pengukuran jarak 25 cm:

TABEL 3. HASIL PEMBACAAN PADA JARAK 25CM

No	Sensor 1 (°C)	Sensor 2 (°C)
1	35,6	38,3
2	35,1	38,3
3	35,5	38,6
4	35,5	38,9
5	38,6	41,6
Rata-rata	36,06	39,14

Tabel 3 adalah hasil pengukuran pada jarak 25 cm antara infra merah dan phantom, dimana hasil yang diperoleh selisih dari rata rata hasil pengukuran antara sensor 1 dan 2 sebesar 3,08 °C.

#### 2) Hasil Pengukuran pada Jarak 30 cm

Berikut adalah tabel dari hasil pengukuran jarak 30 cm:

TABEL 4. HASIL PEMBACAAN PADA JARAK 30CM

No	Sensor 1 (°C)	Sensor 2 (°C)
1	33,4	35,1
2	34,5	38,2
3	35,1	38,2
4	35,4	37,6
5	34,1	37,7
Rata-rata	34,5	37,36

Tabel 4 adalah hasil pengukuran pada jarak 30 cm antara infra merah dan phantom, dimana hasil yang diperoleh selisih dari rata rata hasil pengukuran antara sensor 1 dan 2 sebesar 2,86 °C.

#### 3) Hasil Pengukuran pada Jarak 35 cm

Berikut adalah tabel dari hasil pengukuran jarak 35 cm:

TABEL 5. HASIL PEMBACAAN PADA JARAK 35CM

No	Sensor 1 (°C)	Sensor 2 (°C)
1	33,3	35,2
2	33	35,7
3	34,2	35,7
4	34,4	35,4
5	35	35,4
Rata-rata	33,98	35,6

Tabel 5 adalah hasil pengukuran pada jarak 35 cm antara infra merah dan phantom, dimana hasil yang diperoleh selisih dari rata rata hasil pengukuran antara sensor 1 dan 2 sebesar 1,5 °C.

#### 4) Hasil Pengukuran pada Jarak 40 cm

Berikut adalah tabel dari hasil pengukuran jarak 40 cm:

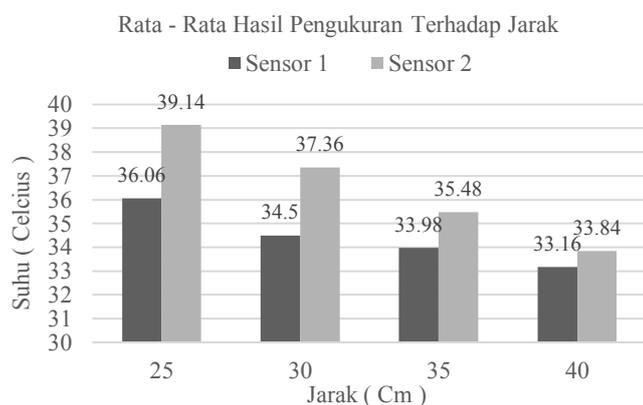
TABEL 6. HASIL PEMBACAAN PADA JARAK 40CM

No	Sensor 1 (°C)	Sensor 2 (°C)
1	33,3	34,2
2	33,5	34,5
3	32,9	33,7
4	33,5	34,4
5	32,6	32,4
Rata-rata	33,16	33,84

Tabel 6 adalah hasil pengukuran pada jarak 40 cm antara infra merah dan phantom, dimana hasil yang diperoleh selisih dari rata rata hasil pengukuran antara sensor 1 dan 2 sebesar 0,68 °C.

#### 5) Rata-rata Selisih Hasil Pengukuran

Berikut adalah grafik dari rata rata selisih dari hasil pengukuran:



Gambar 6. Hasil Selisih Pengukuran

Dari data pada gambar 6 dapat diketahui bahwa sensor 1 yang dipasang dengan kedalaman 2 cm memiliki suhu yang cenderung lebih kecil dari sensor 2 yang dipasang 1 cm dari permukaan phantom. Selain itu jarak dari terapi infra merah ke phantom juga berpengaruh terhadap perubahan suhu yang terjadi pada phantom dimana dari gambar 6 diketahui semakin jauh jarak phantom dengan infra merah, suhu yang dicapai pada phantom pada saat waktu yang sama cenderung menurun. Dari gambar 6 juga dapat diketahui selisih suhu pada masing-

masing jarak mulai dari 25, 30, 35, dan 40 cm, selisih suhu pada pengukuran dengan jarak 25cm = 3,08 °C, 30cm = 2,86 °C, 35cm = 1,5 °C, 40cm = 0,68 °C. Sehingga dapat dijadikan dasar untuk melakukan terapi infra merah yang baik.

#### IV. PEMBAHASAN

Setelah melakukan penelitian dapat diketahui bahwa sensor 1 yang dipasang dengan kedalaman 2 cm memiliki suhu yang cenderung lebih kecil dari sensor 2 yang dipasang 1 cm dari permukaan phantom. Selain itu jarak dari terapi infra merah ke phantom juga berpengaruh terhadap perubahan suhu yang terjadi pada phantom, dimana semakin jauh jarak phantom dengan infra merah, suhu yang dicapai pada phantom pada saat waktu yang sama cenderung menurun. Hasil penelitian juga diketahui penyebaran atau kenaikan suhu yang terjadi pada masing-masing jarak mulai dari 25, 30, 35, dan 40 cm. Hasil pengukuran dengan jarak 25 cm tersebut didapatkan selisih dari rata rata hasil pengukuran antara sensor 1 dan 2 sebesar 3,08 °C. Hasil pengukuran dengan jarak 30 cm tersebut didapatkan selisih dari rata rata hasil pengukuran antara sensor 1 dan 2 sebesar 2,86 °C. Hasil pengukuran dengan jarak 35 cm tersebut didapatkan selisih dari rata rata hasil pengukuran antara sensor 1 dan 2 sebesar 1,5 °C. Hasil pengukuran dengan jarak 40 cm tersebut didapatkan selisih dari rata rata hasil pengukuran antara sensor 1 dan 2 sebesar 0,68 °C. Dapat diketahui bahwa ada perbedaan suhu pada kedalaman tubuh yang digantikan dengan phantom. Selain itu jarak pancaran sinar infra merah juga mempengaruhi suhu dimana semakin jauh jarak maka semakin rendah suhu yang didapatkan. Dari sini kita dapatkan data jarak yang aman dalam melakukan terapi infra merah dalam menentukan suhu yang dibutuhkan. Sehingga dapat dijadikan dasar untuk melakukan terapi infra merah yang baik.

#### V. KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian ini diperoleh beberapa kesimpulan yaitu berhasil dibuatnya phantom untuk mengetahui atau mendapatkan pola dari perubahan suhu tubuh pada saat dilakukannya terapi infra merah. Perubahan suhu yang terjadi berbanding terbalik dengan jarak dilakukannya penyinaran, dimana semakin jauh jarak maka suhu akan semakin rendah setelah waktu pengambilan data pada waktu sudah mencapai 20 menit.

Dalam penelitian ini masih terdapat beberapa yang perlu ditingkatkan atau dikembangkan seperti penambahan sensor untuk mengetahui penyebaran penyinaran infra merah pada titik titik vital dari daerah yang disinari, Pembuatan phantom bagian tubuh yang lain seperti punggung atau kaki, sehingga dapat menambahkan jumlah sensor lebih banyak lagi. dan melakukan Analisa berapa lama waktu yang baik untuk terapi infra merah.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. W. Y. Habash, R. Bansal, D. Krewski, and H. T. Alhafid, "Thermal therapy, Part 1: An introduction to thermal therapy," *Crit. Rev. Biomed. Eng.*, vol. 34, no. 6, pp. 459-489, 2006, doi: 10.1615/CritRevBiomedEng.v34.i6.20.

- [2] M. R. Hamblin and Y. Y. Huang, "Handbook of photomedicine," *Handb. Photomed.*, pp. 1–829, 2013, doi: 10.1201/b15582.
- [3] C. Ferraresi, M. R. Hamblin, and N. A. Parizotto, "Low-level laser (light) therapy (LLLT) on muscle tissue: Performance, fatigue and repair benefited by the power of light," *Photonics Lasers Med.*, vol. 1, no. 4, pp. 267–286, 2012, doi: 10.1515/plm-2012-0032.
- [4] J. D. Bruton *et al.*, "Reactive oxygen species and fatigue-induced prolonged low-frequency force depression in skeletal muscle fibres of rats, mice and SOD2 overexpressing mice," *J. Physiol.*, vol. 586, no. 1, pp. 175–184, 2008, doi: 10.1113/jphysiol.2007.147470.
- [5] C. Ferraresi *et al.*, "Effects of low level laser therapy (808 nm) on physical strength training in humans," *Lasers Med. Sci.*, vol. 26, no. 3, pp. 349–358, 2011, doi: 10.1007/s10103-010-0855-0.
- [6] S. Cho *et al.*, "Effects of infrared radiation and heat on human skin aging in vivo," *J. Investig. Dermatology Symp. Proc.*, vol. 14, no. 1, pp. 15–19, 2009, doi: 10.1038/jidsymp.2009.7.
- [7] K. Ito, K. Furuya, Y. Okano, and L. Hamada, "Development and characteristics of a biological tissue-equivalent phantom for microwaves," *Electron. Commun. Japan, Part 1 Commun. (English Transl. Denshi Tsushin Gakkai Ronbunshi)*, vol. 84, no. 4, pp. 67–77, 2001, doi: 10.1002/1520-6424(200104)84:4<67::AID-ECJA8>3.0.CO;2-D.