

# RANCANG BANGUN *PROTOTYPE OPTICAL THERMOMETER* DENGAN INOVASI *APPERTURE SETTING* UNTUK PENINGKATAN RESOLUSI PENGUKURAN TEMPERATUR

Ainun Mufarrikha<sup>1)</sup>, Elmidian Rizky<sup>1)</sup>, Deni Indra Cahya<sup>1)</sup>, Rinda Nur Hidayati<sup>1)</sup>, Reza Arraffi Birahmatika<sup>1)</sup>, Aulia Muhammad Taufiq Nasution<sup>1)</sup>

Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
email: mufarrikhaainun@gmail.com

## *Abstract*

*Optical thermometer biasanya digunakan pada target bergerak dengan temperatur tinggi, target berbahaya bertegangan tinggi, jarak pengukuran terlalu besar. Perancangan optical thermometer dengan inovasi aperture setting bertujuan untuk mengoptimasi fungsi optical thermometer pada pengukuran temperatur opaque objek. Inovasi prototype terletak pada feature aperture setting sehingga pengguna dapat mengatur bukaan diameter lensa inframerah sesuai kebutuhan ketika melakukan pengukuran temperatur. Kami menggunakan dua metode yaitu metode desain optik dan desain elektrik untuk perancangan. Desain*

## 1. PENDAHULUAN

Monitoring temperatur yang akurat diperlukan untuk memperbaiki kualitas produk dan meningkatkan produktivitas. Menurut Maxwell, temperatur merupakan nilai rata-rata energi kinetik dari suatu molekul suatu zat. Sehingga dari sudut pandang ini pengukuran temperatur adalah penentuan jumlah energi panas suatu zat.<sup>[1]</sup>

Alat ukur temperatur memiliki dua kategori, yaitu termometer kontak dan non-kontak. Contoh dari termometer kontak adalah termokopel yang lazimnya mengukur temperatur target dengan cara melakukan kontak langsung. Respon yang dihasilkan relatif lambat. Sedangkan untuk temperatur non-kontak atau disebut juga *optical thermometer* atau secara umum termometer inframerah. Sensor pada termometer ini mengukur temperatur dengan cara menangkap radiasi inframerah yang dipancarkan target ukur. Respon yang dihasilkan lebih cepat

*optik dititikberatkan pada penentuan ukuran dan tata letak lensa inframerah untuk memfokuskan radiasi inframerah yang dipancarkan benda agar secara tepat tertangkap oleh photodiode QSD2030F detector. Sedangkan perancangan elektrik lebih difokuskan pada desain rangkaian elektronik sehingga komponen optical thermometer dapat terintegrasi dan berfungsi sesuai keinginan. Dari percobaan pengukuran yang dilakukan menunjukkan bahwa aperture 6mm memiliki error yang paling besar pada setiap penambahan jarak pengukuran jika dibandingkan dengan aperture 10mm dan 8 mm. Hal ini karena energi radiasi yang ditangkap sensor juga sangat kecil. Hubungan yang didapatkan adalah bahwa setiap ketikan aperture dikurangi 2mm pada setiap penambahan jarak pengukuran, radiasi yang ditangkap oleh sensor akan berkurang sebesar 38.5% dari radiasi sebelumnya. Jika dikonversikan menjadi suhu, didapat nilai fraksi rata-rata 5°C. Nilai ini dijadikan sebagai nilai fraksi penambah ketika setting aperture dikurangi 2 mm.*

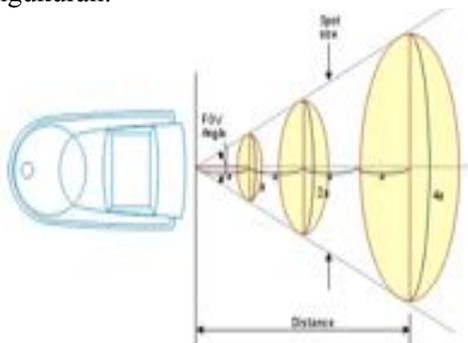
**Keywords :** *Optical Thermometer, Aperture Setting, Desain Optik dan Elektronik*

daripada termometer kontak. Termometer ini biasanya digunakan pada target bergerak, target pada ruang hampa udara, target yang memiliki temperatur tinggi (>1300°C), target berbahaya yang tidak dapat diakses secara fisik (memiliki tegangan tinggi, jarak pengukuran terlalu besar).

Pada proses pengukuran temperatur menggunakan *optical thermometer* radiasi inframerah yang dipancarkan benda berperan sebagai sinyal.<sup>[3]</sup> Sinyal yang masuk melalui sistem optik difokuskan pada detektor untuk kemudian diubah menjadi pulsa elektrik. Pulsa elektrik ditampilkan sebagai pembacaan suhu pada *display*. Faktor yang paling berpengaruh adalah nilai emisivitas benda, rasio jarak dan titik target, dan sudut pandang pengukuran.

Setiap objek secara alami memantulkan, menransmisikan, dan mengemisikan energi. Untuk keperluan pengukuran, *optical thermometer* hanya membutuhkan energi yang diemisikan objek. Setiap kali dilakukan pengukuran, alat ini dapat di *set-up* sesuai nilai emisivitas objek

ukur yang dapat dilihat pada tabel emisivitas. Ratio jarak instrumen dengan titik ukur mendefinisikan resolusi optik. Sistem optik pada *optical thermometer* mengumpulkan energi inframerah dari titik pengukuran sirkular yang kemudian difokuskan pada detektor. Rasio pengukuran dengan nilai lebih besar menunjukkan resolusi optik yang lebih besar pula. Untuk faktor sudut pandang ketika melakukan pengukuran temperatur harus dipastikan bahwa target ukur minimal dua kali lebih besar daripada ukuran titik pada unit pengukuran.<sup>[4]</sup>



Gambar 1. Prinsip Optical Thermometer<sup>[3]</sup>

## 2. METODE

Berikut ini merupakan serangkaian kegiatan yang kami lakukan dalam merancang *prototype optical thermometer* dengan inovasi *aperture setting*.

### 2.1. Studi Literatur

Studi literatur berisi serangkaian kegiatan pencarian dan pengkajian sumber-sumber yang relevan dan terpercaya dalam pengumpulan materi dan menjadi acuan dalam usulan karsacipta ini. Literatur yang kami pakai kami titikberatkan pada buku-buku, data dari internet, dan jurnal tentang prinsip teknologi *optical thermometer* dan *aperture setting*. Kami menggunakan beberapa literatur untuk mendapatkan informasi yang lengkap, terarah, dan terpercaya dalam menulis serta memberikan variasi dalam pengembangan teknologi karsacipta ini.

### 2.2. Identifikasi Sistem

Kegiatan ini berguna untuk mengidentifikasi mengenai prosedur perancangan yang tepat sehingga dapat tercipta desain sistem *optical thermometer* dengan teknologi *aperture setting* sesuai spesifikasi yang direncanakan.

### 2.3. Pembuatan Desain *Optical Thermometer*

Pembuatan desain *optical thermometer* meliputi kegiatan perancangan optik dan elektrik. Desain optik dititikberatkan pada penentuan ukuran dan tata letak lensa inframerah untuk memfokuskan radiasi inframerah yang dipancarkan benda agar secara tepat tertangkap oleh *photodiode QSD2030F detector*. Sedangkan perancangan elektrik lebih difokuskan pada desain rangkaian elektronik sehingga komponen *optical thermometer* dapat terintegrasi dan berfungsi sesuai keinginan.

### 2.4. Pembuatan *Prototype Optical Thermometer*

Pembuatan *prototype optical thermometer* merupakan bentuk realisasi dari desain optik dan elektrik yang sebelumnya telah dibuat. *Prototype* dengan teknologi *aperture setting* ini diharapkan mampu mengatur bukaan lensa inframerah untuk membatasi luasan *opaque object*.



Gambar 2. Diagram Alir Kerja Prototype

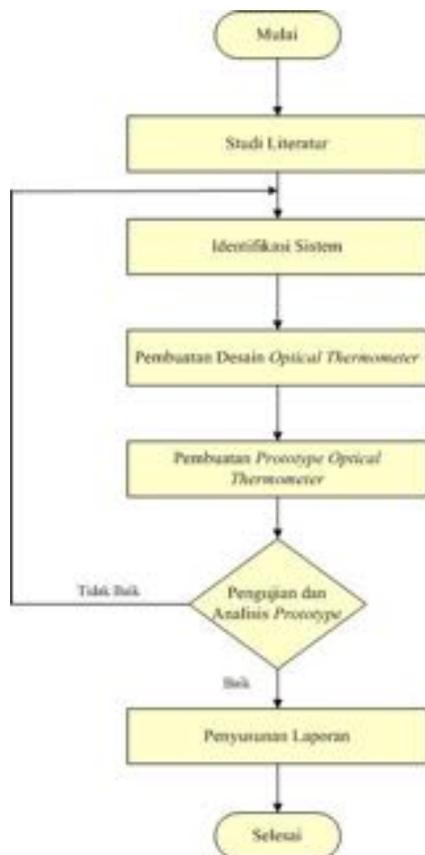
### 1. Pengujian dan Analisis *Prototype*

Pengujian ini dimaksudkan untuk memastikan bahwa kinerja alat yang telah dibuat dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian dilakukan dengan cara mengukur temperatur objek balok besi dengan ukuran (100 x 100 x 10)cm pada variasi jarak 30 cm, 50 cm, 70 cm, 90 cm, 110 cm, 130 cm, 150 cm dari alat ukur. Variasi temperatur objek 50°C, 70°C, 90°C, 110°C, dan 130°C. Hasil uji coba *prototype* akan dianalisis dengan cara melakukan kalibrasi dengan *infrared thermometer* tipe 814080 dan *pyrometer digitaltrotec BP20*.

### 2. Penyusunan Laporan

Penyusunan laporan merupakan tahap akhir pelaksanaan program. Laporan mengacu pada tahap-tahap pelaksanaan sebelumnya dan menjelaskan keseluruhan proses yang dilaksanakan serta hasil yang didapatkan.

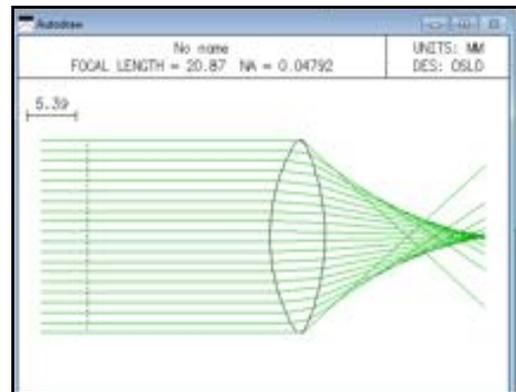
### 3. Diagram Alir



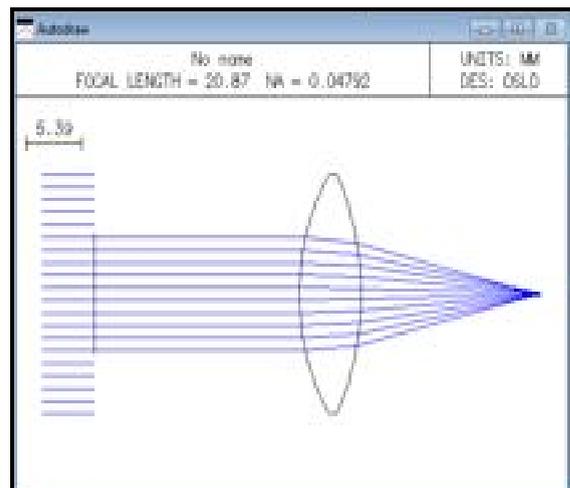
Gambar 3. Diagram Alir Pelaksanaan Program

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

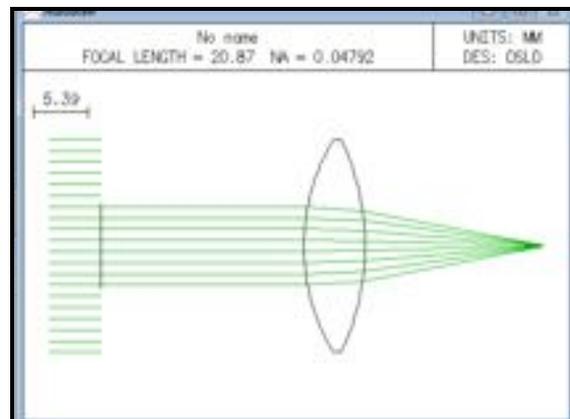
Dalam merancang sebuah *prototype optical thermometer* dengan *aperture setting* maka diperlukan simulasi pengaturan bukaan agar sesuai dengan hasil yang diinginkan sebelum perancangan alat. Berikut adalah hasil dari simulasi perubahan *aperture* menggunakan OSLO.



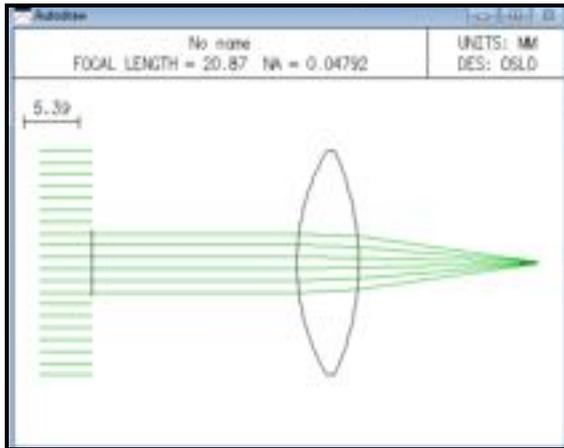
Gambar 4. Tanpa pengaturan diafragma/*aperture*



Gambar 5. Pengaturan *Aperture* 10mm



Gambar 6. Pengaturan *Aperture* 8mm



Gambar 7. Pengaturan *Aperture* 6mm

Dari hasil simulasi diatas dapat dilihat bahwa energi yang diterima akan berkurang jika aperture berkurang.

Hasil dari simulasi tersebut diterapkan dalam pembuatan *thermometer infrared* dengan inovasi *aperture setting*. Perubahan *aperture* dalam alat tersebut disesuaikan dengan simulai yang telah dilakukan yaitu dengan menggunakan *aperture* 10mm, 8mm dan 6mm. Suhu yang akan diukur yaitu pada rentang 50-80°C. Berikut adalah skema perancangan alat.



Gambar 8. Skema Perancangan *Prototype Optical Thermometer*

Dengan perancangan diatas maka dihasilkan sebuah *prototype* sebagai berikut:



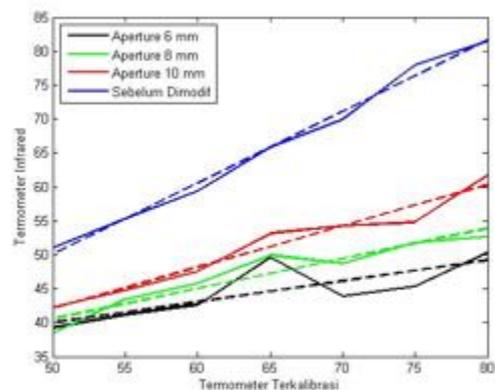
Gambar 9. *Prototype Optical Thermometer*

Pengujian *prototype optical thermometer* dilakukan seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 10. *Set-up* Pengujian Alat

Kalibrasi dilakukan bertujuan untuk membandingkan hasil pengukuran dengan *true value*. Termokopel yang telah terkalibrasi digunakan untuk mengkalibrasi *prototype optical thermometer*.



Gambar 10. Hasil Pengukuran Termokopel *Infrared* terhadap Termokopel

Dari data yang diperoleh pada aperture 10 mm temperature yang diperoleh oleh alat perlu dimasukkan ke persamaan 1

$$T_{real} = 1,6466 T_{terbaca} - 19,351 \quad (1)$$

pada aperture 8 mm temperature yang diperoleh oleh alat perlu dimasukkan ke persamaan 2

$$T_{real} = 2,2523x T_{terbaca} - 41,417 \quad (2)$$

pada aperture 6 mm temperature yang diperoleh oleh alat perlu dimasukkan ke persamaan 3

$$T_{real} = 3,268 T_{terbaca} - 80,752 \quad (3)$$

#### 4. SIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1 Simpulan

Termometer modifikasi kami dapat mengukur benda yang kecil dengan mengubah luasan dari aperture. Dari perubahan aperture nilai temperatur yang diperoleh perlu dimasukkan dengan persamaan-persamaan yang telah ditentukan.

##### 4.2 Saran

Dalam pembuatan karsa cipta ini kami belum berhasil menyelesaikan program fraksi

penambahan suhu otomatis pada *prototype*, sehingga tema ini dapat dijadikan saran untuk penelitian selanjutnya. *Setting aperture* juga masih manual sehingga untuk perancangan selanjutnya dapat dikembangkan menjadi *setting aperture* otomatis.

#### 5. REFERENSI

- [1] Grunner, Klaus-Dieter. 2003. *Principles of Non-Contact Temperature Measurement*. Raytek Corporation
- [2] *Geltech Asperic Lense*. 1-800-472-3486. www. Lighthpatch.com diakses pada 1 Oktober 2013
- [3] *Infrared Thermometers*. Monrningside Avenue, Unit 16-17 Toronto, ON MIB 4Z4, Canada. www. Scigiene.com diakses pada 1 Oktober 2013
- [4] *Just Point and Shoot for Quality Noncontact Temperature Measurements*. Cole-Palmer.com diakses pada 1 Oktober 2013
- [5] Lambda Research Corporation. 2005. *Optics Software for Layout and Optimization*. Littleton, MA 01460
- [6] Williamson, Barron W. R. *Principle of Infrared Thermometry*. Helmersh Publishing Inc. 174 Concord St. Peterborough, NH 03458