

ANALISIS JARAK OPTIMUM PADA PENGUJIAN KAMERA MICROBOLOMETER

OPTIMUM DISTANCE ANALYSIS ON MICROBOLOMETER CAMERA TESTING

Suhata, Agus Herawan, Irwan Priyanto
Pusat Teknologi Satelit, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional
suhata2003@yahoo.com

Abstrak

Microbolometer merupakan salah satu sensor *thermal infrared* yang bekerja pada wilayah spektrum 8-14 mikrometer. Jika dipasang pada satelit, sensor ini akan dapat digunakan untuk mendeteksi adanya kebakaran lahan, suhu permukaan air laut, dan pemantauan aktivitas vulkanik. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengukuran jarak optimum objek terhadap kamera dengan kondisi ruang uji yang terbatas. Dalam pengujian ini hasil yang paling baik dalam pengukuran pada jarak minimal 240 cm

Kata kunci: *microbolometer*, *thermal*, spektrum, satelit

Abstract

Microbolometer is one of the thermal infrared sensors that work on the 8-14 micrometer spectrum region. If mounted on a satellite, this sensor can be used to detect land fires, sea surface temperature, and volcanic activity monitoring. This study aims to measure the optimum distance of the object to the camera with limited test room conditions. In this test the best result in Measurement at a distance of at least 240 cm.

Keywords: *microbolometer*, *thermal*, spektrum, satellite.

1. PENDAHULUAN

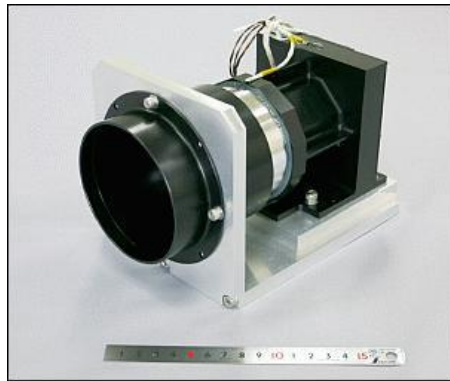
Microbolometer merupakan salah satu sensor *thermal infrared* yang bekerja pada wilayah spektrum 8-14 mikrometer. Kelebihan sensor tersebut dibandingkan dengan sensor *thermal infrared* lainnya adalah ukurannya yang kecil, ringan, dan mempunyai konsumsi daya yang rendah. Jika dipasang pada satelit, sensor ini memungkinkan dipergunakan untuk mendeteksi adanya kebakaran lahan, suhu permukaan air laut, dan pemantauan aktivitas vulkanik [1]. Syllaos et al. [5] melakukan pengukuran konstanta *thermal* pada *microbolometer*. Fabian dan Ingo [6] melakukan pengukuran untuk impedansi *thermal* suhu dari struktur *microbolometer* untuk aplikasi otomotif dengan suhu ambien yang diperpanjang. Sehingga dampak suhu pada impedansi *thermal* harus dipertimbangkan dalam pemodelan elektrotermal. Santoso dan Kencono[9] telah mendesain dan mensimulasikan *microbolometer* untuk aplikasi pada instalasi listrik.

Komponen-komponen satelit harus mampu bertahan pada tekanan fisik yang ekstrem selama perjalanan ke orbit, dan harus tetap beroperasi di lingkungan yang keras di ruang angkasa. Interaksi wahana antariksa (satelit) dengan lingkungan di ruang angkasa akan membatasi kemampuan wahana antariksa tersebut yang dapat mengakibatkan *malfunctions* atau *loss of components/subsystems* [10]. Di antariksa, siklus *thermal* dari +150° C sampai -150 °C terjadi antara sisi menghadap matahari dan sisi menghadap bayangan dari satelit saat beroperasi di LEO [8].

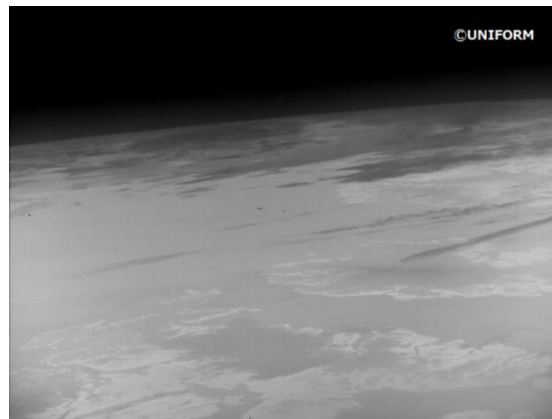
Salah satu tahap yang dilakukan pada uji fungsional muatan satelit adalah pengujian pada *thermal chamber*. Begitu pula pada *microbolometer*, akan dilakukan pengujian fungsional menggunakan *thermal chamber*. Objek berupa pelat *blackbody* akan diletakkan di dalam *thermal chamber* untuk mendapatkan variasi perubahan suhu objek. Sedangkan posisi *microbolometer* sebagai muatan satelit diletakkan pada jarak tertentu dengan objek. Permasalahan yang timbul belum adanya algoritma yang baku dalam penentuan jarak optimal antara objek yang akan diteliti dengan *microbolometer* yang akan di simulasikan. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran jarak optimum objek terhadap kamera dengan kondisi ruang uji yang terbatas. Manfaat yang diperoleh setelah diperoleh jarak optimum yaitu

diperolehnya standar jarak pengambilan data untuk berbagai macam objek *thermal*, yang akan menjadi input pada pengujian dengan menggunakan *thermal chamber* pada langkah pengujian berikutnya.

Microbolometer merupakan salah satu alternatif teknologi pilihan untuk sistem pencitraan inframerah berbiaya rendah (*low cost*) yang telah banyak digunakan dalam aplikasi sipil dan militer [2]. Dengan memasang sensor ini pada satelit, maka dapat digunakan untuk mendeteksi kebakaran lahan, suhu permukaan air laut, dan pemantauan aktivitas vulkanik [3]. Keuntungan perangkat ini adalah tidak memerlukan sistem pendingin, sehingga cocok untuk satelit kecil atau sistem sensor dengan sumber daya terbatas. *Microbolometer* mendeteksi sinar inframerah dengan mengonversi perubahan waktu suhu sinyal listrik ketika sinar inframerah datang ke detektor [4]. Meskipun sensitivitas *microbolometer* lebih rendah dari sebuah sensor inframerah pada satelit besar yang berbasis HgCdTe, namun kelebihan dari perangkat ini tidak memerlukan mekanisme pendinginan. Bentuk fisik *microbolometer* dapat dilihat pada Gambar 1[7]. Gambar ini merupakan contoh *microbolometer* yang terpasang pada Satelit UNIFORM Jepang. Sedangkan contoh hasil citra yang berhasil ditangkap oleh satelit UNIFORM ditampilkan pada Gambar 2 .



Gambar 1. *Microbolometer* satelit UNIFORM Jepang (sumber : UNIFORM-JAPAN) [11]

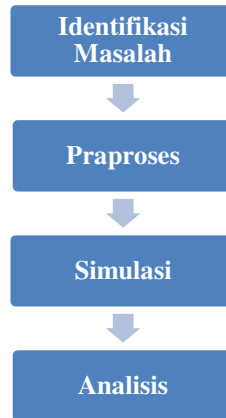


Gambar 2. Citra *microbolometer* pada satelit UNIFORM (sumber : UNIFORM-JAPAN)[11]

Penginderaan jauh *thermal* infra merah merupakan penginderaan jauh yang memanfaatkan pancaran suhu dari suatu objek di mana semua objek/benda memancarkan panas yang disebabkan oleh gerak acak partikelnya. Besarnya energi yang dipancarkan oleh objek/benda besarnya diukur dengan satuan *Radiance* ($W/m^2\mu mSr$). Meskipun semua objek di permukaan bumi memancarkan panas, namun kuantitas panas yang dipancarkan tidak sama. Kuantitas panas yang dipancarkan oleh tiap objek dapat dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu : panjang gelombang, suhu permukaan objek, dan nilai energi pancaran dari objek tersebut.

2. METODE PENELITIAN

Secara umum, metodologi yang digunakan pada penelitian ini meliputi identifikasi masalah, praproses, simulasi, dan analisis. Diagram alir penelitian ini ditampilkan pada Gambar 3 berikut:



Gambar 3. Diagram alir penelitian

1. Identifikasi Masalah

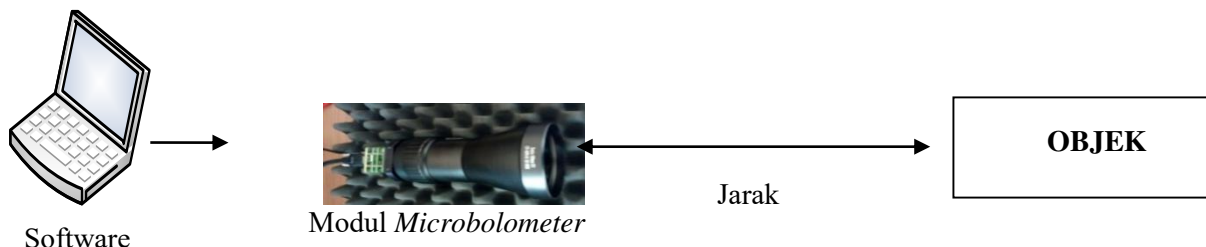
Menggali permasalahan yang ditemukan pada obyek yang diteliti guna mencari alternatif solusi yang terkait dengan permasalahan yaitu mengukur jarak optimum antara objek yang akan diukur dengan *microbolometer*.

2. Praproses Data

Praproses data adalah kegiatan mempersiapkan data yang akan digunakan, agar informasi atau pengetahuan yang ingin diambil dari data tersebut dapat diambil dengan lebih mudah. Tahapan ini dilakukan setelah data yang akan diproses didapatkan dari basis data, beserta informasi mengenai atribut penting dari data. Ada beberapa proses yang dilakukan pada tahapan ini, yaitu penanganan *missing value*, integrasi data, reduksi dimensi data, konsistensi data, pembersihan data, dan transformasi data.

3. Simulasi

Metode eksperimental dengan uji coba skala laboratorium yang akan dibandingkan dengan metode perhitungan, seperti yang digambarkan pada Gambar 4 di bawah ini:



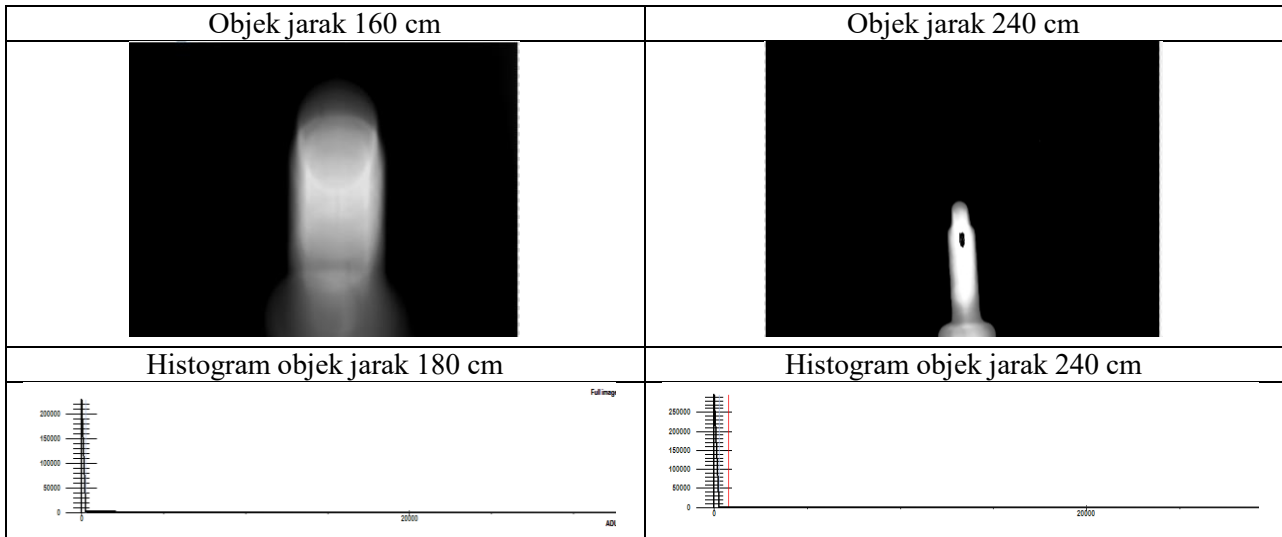
Gambar 4. Konfigurasi pengujian

Langkah langkah pada uji coba ini adalah sebagai berikut:

- Menyiapkan Bolometer yang akan diuji.
- Meng-*install software* kamera, menghubungkan komputer dengan Bolometer
- Mengukur jarak Bolometer dengan objek
- Melakukan pengujian berdasarkan histogram objek pada setiap jarak

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada percobaan ini dilakukan pengtesan pada jarak 160 cm sampai dengan 270 cm dengan rentang 10 cm setiap pengtesan. Untuk memperoleh keseragaman *background* suhu lingkungan maka digunakan pendekatan histogram. Dimana setiap pengambilan citra pengukuran memperhatikan grafik histogram. Masing-masing pengambilan objek memberikan nilai terukur dari temperatur permukaan. Prinsip dalam analisa adalah mencari ketidaknormalan temperatur permukaan melalui distribusi warna, dan dengan parameter analisis dapat diprediksikan lebih lanjut kemungkinan akibat yang ditimbulkan.



Gambar 5. Perbandingan sampel Objek jarak 180 cm dan 240 cm

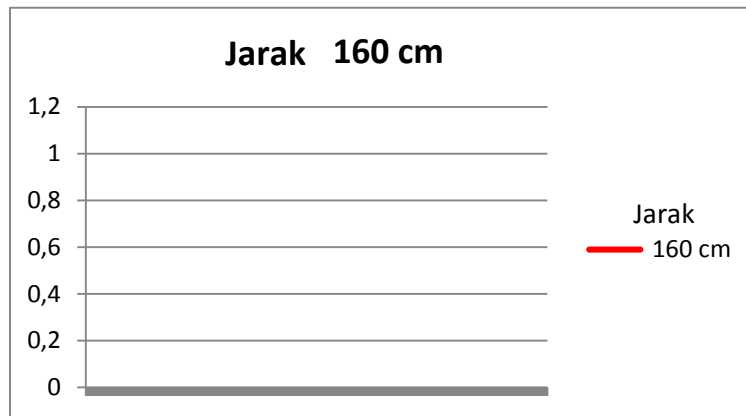
Sebagaimana terlihat pada Gambar 5, telah diperoleh beberapa *range* / rentang pengukuran yang tepat sesuai kondisi panas obyek. Berdasarkan hasil pengujian objek pada rentang jarak 160 cm sampai 270 cm, diambil sampel 2 hasil pengambilan gambar pada saat jarak optimum tercapai mulai jarak 240 cm gambar pada jarak belum tercapai optimum yaitu 180 cm. Objek pada jarak optimum tercapai diperoleh dengan memperhatikan fokus atau ketajaman objek dengan kondisi *blur* objek seminimal mungkin. Selain itu faktor sudut pandang pengamatan pada jarak ini cukup tepat sehingga turut berpengaruh untuk meminimalisasi pengaruh gangguan radiasi lingkungan.

Analisa hasil pengukuran yang merupakan visualisasi radiasi termal permukaan dalam bentuk distribusi warna temperatur terukur memiliki parameter analisis Histogram untuk mengetahui persentase distribusi temperatur di suatu area. Berikut merupakan sampel data histogram pada jarak 240 cm dan 160 cm

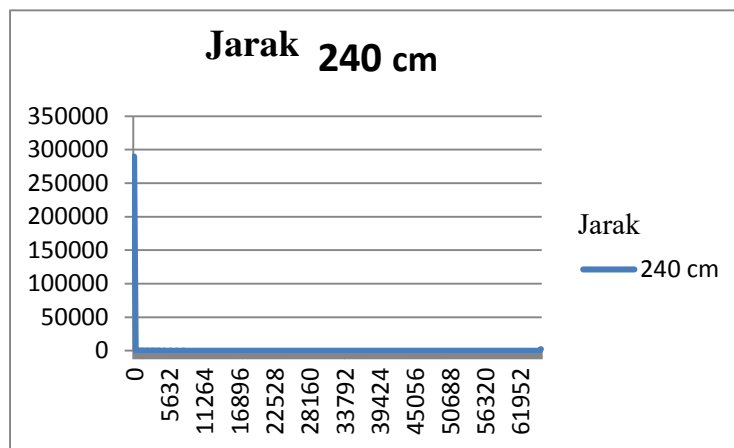
Tabel 1. Sampel data histogram

| Jarak Objek | | | |
|--------------|-----------|--------------|-----------|
| Jarak 240 cm | | Jarak 160 cm | |
| Binary | Frekuensi | Biner | Frekuensi |
| 0 | 289724 | 0 | 228777 |
| 256 | 267 | 256 | 3735 |
| 512 | 240 | 512 | 1668 |
| 768 | 0 | 768 | 1044 |
| 1024 | 478 | 1024 | 783 |
| 1280 | 216 | 1280 | 596 |
| 1536 | 169 | 1536 | 688 |
| 1792 | 0 | 1792 | 490 |
| 2048 | 365 | 2048 | 415 |
| 2304 | 160 | 2304 | 376 |
| 2560 | 0 | 2560 | 337 |
| 2816 | 158 | 2816 | 424 |
| 3072 | 296 | 3072 | 372 |
| 3328 | 154 | 3328 | 318 |
| 3584 | 0 | 3584 | 337 |
| 3840 | 122 | 3840 | 331 |
| 4096 | 255 | 4096 | 300 |
| 4352 | 97 | 4352 | 293 |
| 4608 | 0 | 4608 | 310 |
| 4864 | 219 | 4864 | 348 |
| 5120 | 96 | 5120 | 290 |
| 5376 | 0 | 5376 | 313 |
| 5632 | 102 | 5632 | 348 |
| 5888 | 178 | 5888 | 284 |
| 6144 | 77 | 6144 | 299 |
| 6400 | 0 | 6400 | 347 |

Seluruh data histogram yang diperoleh dalam bentuk tabel ditampilkan dalam bentuk visualisasi grafik sebagaimana terlihat pada Gambar 6 dan Gambar 7 berikut ini:



Gambar 6. Histogram jarak 160 cm



Gambar 7. Histogram jarak 240 cm

Berdasarkan kedua grafik histogram, diperoleh informasi bahwasanya objek yang diambil citra *thermal*-nya dengan menggunakan sampel jarak 240 cm dan 160 cm memiliki grafik histogram yang hampir sama yang menunjukkan telah dilakukan ketepatan sudut pandang pengambilan objek dengan distribusi temperatur lingkungan yang relatif sama dengan jarak yang berbeda. Apabila bentuk histogram kedua jarak tersebut berbeda, dapat dikatakan pengambilan objek tersebut pengaruh gangguan radiasi lingkungan yang berbeda beda sehingga tidak layak untuk diambil datanya.

4. KESIMPULAN

Dalam pengujian ini hasil yang paling baik dalam pengukuran pada jarak minimal 240 cm. Ketepatan pengambilan sudut pandang pengambilan objek dapat meminimalisasi pengaruh gangguan radiasi lingkungan

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada rekan-rekan dalam kelompok *Leader Bolometer* atas dukungannya dalam melakukan kegiatan penelitian ini.

PERNYATAAN PENULIS

Penulis dengan ini menyatakan bahwa seluruh isi menjadi tanggung jawab penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Bustanul, A.M.Tahir, and P. Irwan, "The Preliminary Analysis of Spectral Radiance Design of IR Bolometer Sensor for Wild Fire Detection in Indonesia", Proceedings of ICS 2014: Space for development, 2014.
- [2] A. Bustanul, P. Irwan, A.M.Tahir, and B. Firman., "The Initial Design of LAPAN'S IR Micro Bolometer Using Mission Analysis Process," Proc. of SPIE vol.10030, 2016.
- [3] A. Bustanul, A.M.Tahir and P. Irwan., "Illumination Analysis of LAPAN's IR Micro Bolometer," Proc. of SPIE vol.10021, 2016.
- [4] A. Bustanul, and F. Ahmad, "The Thermal Analysis of LAPAN's IR Micro Bolometer Optical design, "Proceedings of International Astronautical Congress (IAC) 2016, IAC, 2016.
- [5] A. J. Syllaios ; Miranda J. Ha ; William L. McCardel and Thomas R. Schimert "Measurement of *thermal* time constant of *microbolometer* arrays", *Proc. SPIE* 5783, Infrared Technology and Applications XXXI, 625 (June 03, 2005);
- [6] Fabian Utermohlen, Ingo Hermann. 2013. Model and measurement technique for temperature dependent *electrothermal* parameters of *microbolometer* structures. Design, Test, Integration and Packaging of MEMS/MOEMS (DTIP), 2013 Symposium
- [7] *Irwan P, Bustanul A, Andi M.T, Microbolometer untuk aplikasi sensor theermal Infra Merah, Media Dirgantara, LAPAN, 2015.*
- [8] Joo-Hyun, Han; Chun-Gon; Kim, 2004. *Low Earth Orbit Space Environment Simulation and its Effects on Graphite/Epoxy Composites*, Elsevier, Composite Structures 72(2006) 218–226.
- [9] A. Santoso, dan D.Kencono. 2013. *Desain dan Simulasi Microbolometer Untuk Aplikasi Inspeksi Instalasi Listrik*. Skripsi.
- [10] Larson, Wiley J. and Wertz, James R., 2005. *Space Mission Analysis and Design*, Third Edition, Space Technology Library, Microcosm Press, California.
- [11] P. L. Richards, "Bolometers for *infrared* and millimeter waves," *Journal of Applied Physics* 76, 1–36 (1994)

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS 1

DATA UMUM

Nama Lengkap : Suhata
Tempat&Tgl. Lahir : Jombang,8 Juli 1959
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Instansi Pekerjaan : Lapan- Pusteksat, Rancabungur-Bogor
NIP. / NIM. : 19590708 198011 1 001



DATA PENDIDIKAN

SLTA : STM. Mesin Tahun: 1978/1979
D 3 : Universitas Nasional / MIPA Tahun: 1986
STRATA 1 (S.1) : Universitas Nasional/ MIPA Tahun: 1997
STRATA 2 (S.2) : Universitas IGI Tahun: 2007

ALAMAT

Alamat Kantor / Instansi : Jl. Cagak Satelit Km .04, Rancabungur, Bogor
Telp. : (021) 460 8909
Email : suhata2003@yahoo.com

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS 2

DATA UMUM

Nama Lengkap : Agus Herawan
Tempat&Tgl. Lahir : Bogor, 23-02-1980
Jenis Kelamin : Pria
Instansi Pekerjaan : Pusteksat -LAPAN
NIP. / NIM. : 198002232006041014



DATA PENDIDIKAN

SLTA : SMU Negeri 6 Bogor Tahun: 1998
STRATA 1 (S.1) : Ilmu Komputer - UNPAK Tahun: 2004

ALAMAT

Alamat Kantor / Instansi : Jl. cagak Satelit Km.04 Rancabungur Bogor
Telp. : 0251 8621667
Email : agus.herawan@lapan.go.id