

# PENCARIAN INFORMASI CITRA DIGITAL TERMOGRAFI DENGAN METODE PENGENALAN POLA UNTUK PEMANTAUAN KONDISI MESIN

Achmad Widodo

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro  
Kampus Undip Tembalang, Semarang 50275, Indonesia  
Phone: +62-24-7460059, FAX: +62-24-7460058, E-mail: achmadwidodo@yahoo.com

## Abstrak

Penelitian ini membahas penggalian informasi fitur citra digital obyek (mesin) yang dihasilkan dari tangkapan kamera termografi inframerah. Hasil tersebut selanjutnya diolah dengan metode pengolahan citra digital semisal segmentasi dan pengklasteran citra. Ekstraksi fitur citra dilakukan dengan menghitung luas titik panas pada daerah tinjauan yaitu pada bagian bantalan mesin. Penelitian dilakukan dengan mengambil citra bantalan perangkat simulator kerusakan mesin dengan memvariasikan kondisi-kondisi yang biasa terjadi pada mesin berputar antara lain: massa tak seimbang, misalignment, kelonggaran, dan kerusakan bantalan. Metode pengenalan pola digunakan untuk memetakan kondisi mesin berdasarkan pola-pola yang terjadi. Dengan metode ini, kerusakan mesin dapat didiagnosa secara dini.

Kata kunci: Termografi, Pengujian tanpa merusak, Pengenalan pola, Diagnosa Kerusakan Mesin

## 1. PENDAHULUAN

Bagian mesin yang berputar ataupun berosilasi seperti turbin, motor bakar, dan motor listrik adalah yang paling luas digunakan dalam sistem pemesinan. Bagian tersebut biasanya mejadi menjadi sumber utama terjadinya getaran dan panas. Getaran dan panas yang terjadi akan berdampak buruk bagi mesin dan mengakibatkan kerusakan bagi mesin serta kerugian bagi pengguna mesin apabila tidak ditangani dengan baik. Berbagai fenomena dapat mempercepat cacat komponen seperti fluktuasi beban, getaran, kerusakan logam, lingkungan yang ekstrim seperti suhu tinggi, angin, atau bahan kimia. Bahkan kotoran atau debu di udara juga dapat meningkatkan laju kerusakan dan jumlah kerusakan dalam suatu mesin.

Banyak hal yang dilakukan agar proses perawatan tidak membuat kerugian karena kendala waktu perawatan atau pengujian yang membuat nilai mesin berkurang. Salah satu yang sedang dikembangkan saat ini adalah pemantauan kondisi mesin dengan menggunakan *infrared thermography* (IRT). Metode ini termasuk dalam *nondestructive testing* (NDT) atau pengujian/pemeriksaan tanpa merusak. Pada kinerjanya, IRT menghasilkan *thermal image* yang mengindikasikan kondisi mesin normal atau tidak normal. Diagnosa kerusakan mesin dapat dilakukan dengan mengevaluasi pola gambar yang dihasilkan sehingga terdapat hubungan antara kondisi normal dan tidak normal.

## 2. DASAR TEORI

Pengujian tanpa merusak atau NDT didefinisikan sebagai metode pengujian untuk menguji suatu obyek, material atau sistem tanpa menimbulkan kerusakan atau mempengaruhi kegunaannya setelah dilakukan pengujian.

Semua benda di atas temperatur nol mutlak akan memancarkan energi panas ke sekelilingnya dalam bentuk energi inframerah. Hanya saja energi inframerah ini tidak terlihat oleh mata kita karena panjang gelombang inframerah tidak tercakup oleh kemampuan mata kita. Termografi atau *thermal imaging* adalah teknik yang dengannya energi inframerah yang tidak tampak yang dipancarkan oleh obyek diubah menjadi gambar panas secara visual. Termografi inframerah dapat dianggap sebagai pemetaan panas tanpa sentuhan dan analisa pola panas permukaan objek. Termografi dapat digunakan sebagai cara untuk menginspeksi peralatan listrik atau mekanis untuk menentukan ketidaknormalan fungsi dengan memperoleh pola panasnya. Metode Inspeksi ini didasarkan pada kenyataan sebagian besar komponen di dalam suatu sistem akan menunjukkan kenaikan atau penurunan temperatur jika terjadi malfungsi.

## 3. PENGOLAHAN CITRA DIGITAL

Pengolahan citra adalah suatu metode yang digunakan untuk memproses atau memanipulasi gambar dalam bentuk 2 dimensi. Pengolahan citra dapat juga dikatakan segala operasi untuk memperbaiki, menganalisa, atau mengubah suatu gambar. Pada umumnya, tujuan dari pengolahan citra adalah mentransformasikan atau menganalisis suatu gambar sehingga informasi baru tentang gambar dibuat lebih jelas.

Citra (*image*) atau gambar adalah representasi spasial dari suatu objek yang sebenarnya dalam bidang dua dimensi yang biasanya ditulis dalam koordinat kartesian x-y, dan setiap koordinat merepresentasikan satu sinyal terkecil dari objek yang biasanya koordinat terkecil ini disebut sebagai piksel. Representasi dari matriks tersebut dapat ditulis sebagai berikut:

(1)

Citra digital dapat diwakili oleh format warna RGB (*Red-Green-Blue*) untuk setiap titiknya, di mana setiap komponen warna memiliki batasan sebesar 1 *byte*.

### Segmentasi citra

Dalam ilmu komputasi, segmentasi mengacu pada proses partisi citra digital ke dalam beberapa segmen. Segmentasi gambar biasa digunakan untuk menemukan objek dan batas-batas (garis, kurva, dll) dalam suatu gambar. Lebih tepatnya, segmentasi citra adalah proses untuk menempatkan label atau tanda untuk setiap pixel dalam sebuah gambar untuk karakteristik visual tertentu.

### Klaster citra

Fitur citra dapat dianalisa dengan menggunakan metode cluster analisis. Metode ini akan memudahkan ekstraksi gambar yang didapatkan dari kamera infra merah. Tujuan dari analisis cluster adalah mengklasifikasikan objek menurut kesamaan diantara komponen dan mengatur data dalam kelompok-kelompok. Potensi utama dari clustering adalah untuk mendeteksi struktur secara mendasar dalam data, tidak hanya mengklasifikasikan dan pengenalan pola tetapi sebagai model dan pengurangan optimasi.

### Ekstraksi fitur citra

Pengukuran keliling dan luas hanya untuk gambar biner. Perhatikan gambar diskrit biner yang mengandung satu atau banyak objek, dimana jika pixel merupakan bagian dari objek, untuk semua non objek atay piksel sebuah *background*. Luas setiap objek dalam gambar adalah perhitungan jumlah pixel yang ada di dalam sebuah objek  $F(j,k)=1$ . Sebagai contoh,  $2 \times 2$  pixel pada persegi, luas objek tersebut adalah  $A_o= 4$  dan keliling objek tersebut adalah  $P_o = 8$ . Sebuah objek tersusun oleh tiga pixel yang terhubung secara diagonal. Daerah tertutup suatu objek didefinisikan sebagai jumlah total pixel  $F(j, k) = 0$  atau 1 dalam batas perimeter luar dari objek.

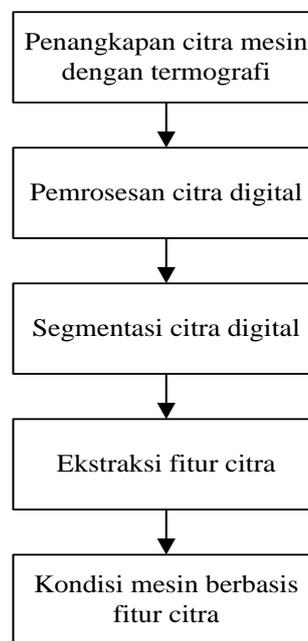
## 4. METODOLOGI

### Eksperimen

*Machine faults simulator* (MFS) merupakan mesin yang dilengkapi motor, *coupling*, *bearing*, roda gigi, *pump*, *belt*, *shaft*, *flywheels* dan *cam gear* yang banyak digunakan dalam simulasi permesinan. Beberapa kondisi kerusakan dapat disimulasikan dengan MFS antara lain *unbalance*, *bearing fault*, *misalignment*, *bent shaft* dan lain-lain.

Gambar 2 dan 3 menunjukkan proses penangkapan citra MFS dengan menggunakan kamera inframerah yang terpisah pada jarak 3 m. MFS dilengkapi dengan poros pendek berdiameter 30 mm yang terpasang pada poros motor melalui kopling

fleksibel. Hal ini bertujuan untuk meminimalkan dampak transmisi getaran dari motor. Poros ini ditumpu oleh dua bantalan bola (*ball bearing*) yang sama. Satu atau lebih *disk* bisa dipasang pada poros digunakan untuk simulasi kondisi tidak seimbang (*unbalance*) dengan menambahkan satu atau lebih titik massa tidak seimbang pada *disk*.



Gambar 1. Diagram alir penelitian



Gambar 2. *Machine Fault Simulator*



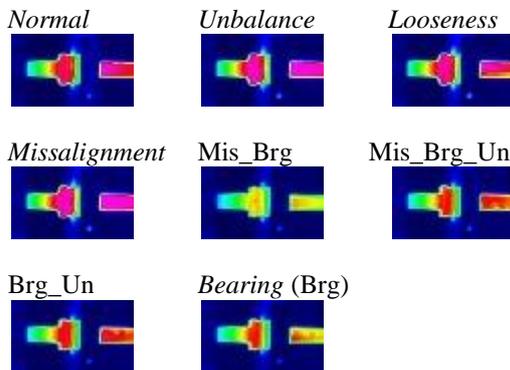
Gambar 3. Eksperimen

## 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

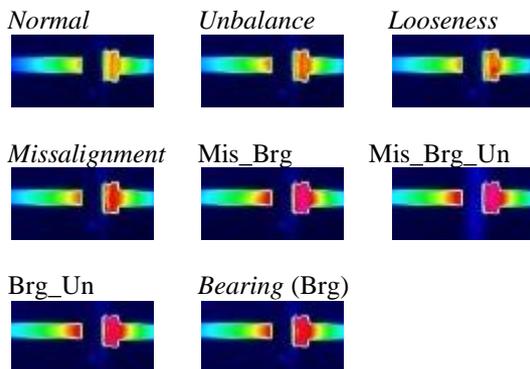
### Data citra (*image*) bantalan

Hasil termografi citra bantalan ditampilkan pada gambar 4.

#### a. Bantalan kanan



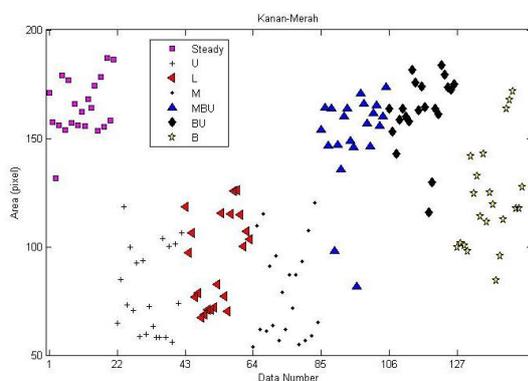
#### b. Bantalan kiri



Gambar 4. Hasil termografi bantalan

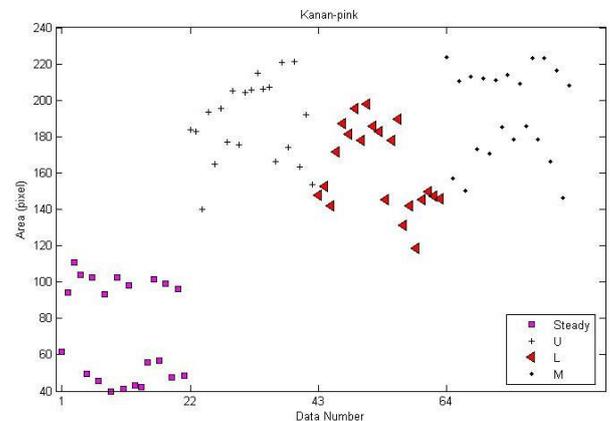
### Analisa

Pada setiap kondisi simulasi terdapat dua luasan titik panas (*hotspot area*) yang diambil yaitu pada kisaran suhu  $\pm 48.5^\circ\text{C} - 50^\circ\text{C}$  (ditandai dengan warna merah muda) dan suhu  $\pm 45.5^\circ\text{C} - 48.49^\circ\text{C}$  (ditandai dengan warna merah).



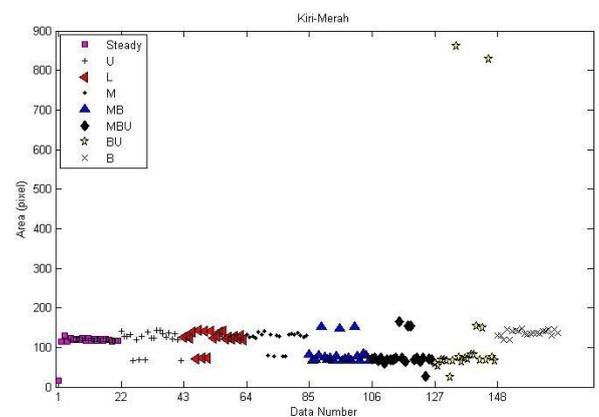
Gambar 5. Plot *hotspot* bantalan kanan (merah)

Pada gambar 5, terdapat pola yang dibentuk dari luasan setiap kondisi mesin. Pada dasarnya kluster yang timbul merupakan pengklasifikasian terhadap data citra yang terdiri dari matrik. Pada plot tersebut masih terdapat banyak pola yang tidak teratur atau hampir sama.



Gambar 6. Plot *hotspot* bantalan kanan (merah muda)

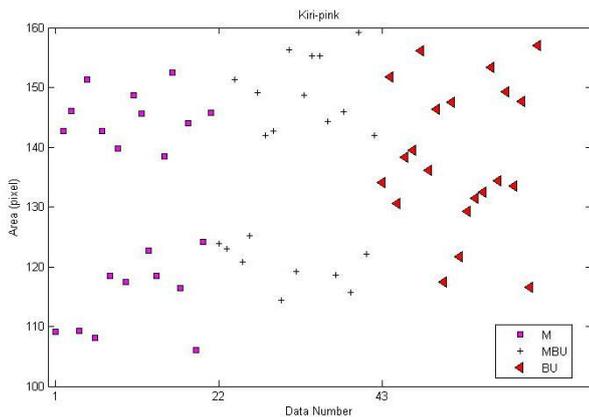
Gambar 6 menunjukkan plot luasan titik panas bantalan kanan dengan warna merah muda yang merupakan tampilan 4 kondisi mesin. Pola yang terjadi adalah untuk kondisi mesin normal (*steady*), *unbalance*, *looseness*, dan *missalignment* hampir mempunyai kesamaan pola. Namun apabila dibandingkan dengan keadaan normal (*steady*), terdapat perbedaan luasan yang cukup signifikan.



Gambar 7. Plot *hotspot* bantalan kiri (merah)

Untuk bantalan kiri, plot yang dihasilkan tidak terlalu banyak variasi (Gambar 7). Pola secara umum yang terjadi adalah linier. Disini hanya terdapat perbedaan kecil antara kondisi abnormal tunggal dengan kondisi abnormal gabungan. Pada kondisi tunggal (*steady*, *missalignment*, *unbalance*, *looseness*, *bearing fault*) terdapat kemiripan pola pada satu garis linier, sedangkan pada kondisi gabungan juga linier namun berbeda dengan kondisi tunggal.

Pada *hotspot* warna merah muda bantalan kiri, pola yang terjadi acak (Gambar 8). Pola ini tidak dapat dikenali karena terlalu menyebar.



Gambar 8. Plot *hotspot* bantalan kiri (merah muda)

## 5. KESIMPULAN

Pada penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengklasteran citra (*image clustering*) dapat digunakan sebagai alat pengolah citra digital untuk mengenal pola suatu data citra.
2. Ekstraksi fitur citra yang digunakan untuk mengenali pola suatu kondisi mesin adalah luas titik panas.
3. Didapatkan perbedaan pola yang jelas pada hotspot area warna merah, sedangkan pada warna merah muda kurang begitu terlihat karena beberapa faktor diantaranya data image yang kecil atau eror yang terjadi pada saat komputasi.

## DAFTAR PUSTAKA

Balasko, Balazs dkk, 1998, "Fuzzy Clustering and Data Analysis Toolbox For Use with Matlab",

Department of Process Engineering University of Veszprem, Hungary.

Fidali, M, 2008, "An idea of continuous thermographic monitoring of machinery", International Conference on Quantitative InfraRed Thermography, QIRT, Poland.

Gonzales, Rafael C & Richard E. Woods, 2001, "Digital Image Processing Second Edition", Prentice Hall, New Jersey.

Griffith, Brent dkk, 2001, "Infrared Thermographic Systems", Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley CA.

Haller, Kristian, 2007, "Nonlinear Acoustics Applied to Non Destructive Testing", Blekinge Institute of Technology, Sweden.

Iqbal, Muhammad, 2009, "Dasar Pengolahan Citra menggunakan MATLAB", Marine Instrumentation and Telemetry Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB, Bogor.

Maldague, Xavier, "Applications of Infrared Thermography in Nondestructive Evaluation", Electrical and Computing Engineering Dept., Université Laval, Canada

Maldague, Xavier, 2002, "Introduction to NDT by Active Infrared Thermography", Electrical and Computing Engineering Department Université Laval Quebec City (Que.), Canada.

Pratt, William K., 2007, "Digital Image Processing", A John Wiley & Sons Inc. Publication, California.

Widodo, Achmad, Bo-Suk Yang, Dong-Sik Gu, Byeong-Keun Choi, 2009, "Intelligent fault diagnosis system of induction motor based on transient current signal", Elsevier (2009) 680–68.

Younus, Ali M.D., Achmad Widodo and Bo-Suk Yang, 2009, "Evaluation of thermography image data for machine fault diagnosis", Taylor & Francis.