

Ekstraksi Ciri Citra Termogram Payudara Berbasis Dimensi Fraktal

Okky Dwi Nurhayati^{1,2)}, Thomas Sri Widodo²⁾, Adhi Susanto²⁾, Maesadji Tjokronagoro³⁾

¹⁾ Jurusan Teknik Sistem Komputer, Universitas Diponegoro Semarang

²⁾ Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

³⁾ Fakultas Kedokteran, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

Abstract

The primary purpose of infrared thermography is the locating of thermal differences and anomalies. Infrared thermography can detect numerous conditions in which an anomaly is characterized by an increase or decrease in surface temperature.

In this research, we specifically applied calculation of fractal dimension method to a total of 20 thermograms of normal breasts as well as of those in advanced breast cancer. In addition standard image pre-processing were also used to enhance the detection capability. Several methods in image processing which are pre-processing with canny edge detection, thresholding, calculation of fractal dimension use box-counting and Hausdorff dimension.

The results of this research are shown that Hausdorff dimension in the normal thermograms have range value 0,4 – 0,95 smaller than the advanced thermograms which have value more than 1,26. Finally this results show that the difference of fractal dimension can be used to distinguish between normal and advanced thermograms.

Keywords: *canny edge detection, thresholding, fractal dimension, box-counting, Hausdorff*

1. Pendahuluan

Penyakit kanker merupakan salah satu penyebab kematian utama di negara Asia Tenggara. Di negara maju, kanker menjadi penyebab kedua kematian. Kematian akibat kanker yang mencapai 70 persen terjadi di negara-negara berpendapatan rendah. Peningkatan jumlah kasus kanker di Asia diperkirakan akan melonjak dari 4,5 juta pada 2002 menjadi 7,1 juta pada 2020. Di Indonesia, sekitar 800.000 orang Indonesia terserang kanker tiap tahunnya (Wirawan,2007).

Beberapa penelitian yang pernah dilakukan antara lain, *Infrared thermography as a method to diagnose of the breast cancer*, dalam penelitian tersebut Ovechkin (2003) membandingkan termografi, USG, dan Mamografi. Penelitian lanjutan dilakukan Zavisek (2004) mengenai *Quantitative Thermography in Breast Cancer Detection*. Dalam penelitian tersebut Zavisek berusaha menemukan suatu metode baru menggunakan *cross co-occurrence matrix*, analisis fourier, dan koordinat polar yang diekstrak dari citra objek untuk analisis citra termogram payudara. Kemudian Stoitsis

(2006) dalam penelitiannya mengenai *Computer aided diagnosis based on medical image processing and artificial intelligence methods* menggabungkan metode pengolahan citra dan kecerdasan buatan untuk diagnosis citra medis CT, PET, SPECT, dan USG.

Penelitian ini bertujuan untuk mengekstrak ciri yang terdapat pada citra termogram payudara dengan menggunakan metode dimensi fraktal untuk membedakan termogram normal dan kanker lanjut.

2. Fundamental

Fraktal merupakan geometri yang dibangun oleh pengulangan dan perang-kaian bentuk primitif geometri tersebut. Fraktal memiliki sifat-sifat *self-similarity, self-affinity, self-inverse, dan self-squaring*.

Michael Barnsley (1988) merepresentasikan fraktal ke dalam model matematika IFS (*Iterated Function System*) melalui *Fractals Everywhere*.

Secara matematis, sistem lensa pada MRCM dapat dinyatakan dengan sekumpulan transformasi *affine* w_1, w_2, \dots, w_n . Setiap transformasi w_i melakukan pencondongan, pemutaran, pengecilan, dan penggeseran terhadap salinan citra masukan. Setiap transformasi *affine* dinyatakan sebagai matriks dengan enam buah elemen:

$$w = \begin{bmatrix} a & b & e \\ c & d & f \end{bmatrix} \quad (1)$$

Sembarang titik (x,y) pada gambar masukan ditransformasikan oleh w menjadi

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = w \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e \\ f \end{bmatrix} = Ax + t \quad (2)$$

Setiap transformasi *affine* w_i menghasilkan salinan citra yang lebih kecil; yaitu, untuk sembarang citra awal A yang diberikan, dihasilkan salinan *affine*, $w_1(A), w_2(A), \dots, w_n(A)$. Gabungan dari seluruh salinan tersebut adalah $W(A)$, yang merupakan keluaran dari mesin, $W(A) = w_1(A) + w_2(A) + \dots + w_n(A)$. W dinamakan operator Hutchinson, adalah gabungan (*collage*) dari sejumlah transformasi individual w_i , yaitu

$$W = w_1 \cup w_2 \cup \dots \cup w_n = \bigcup_{i=1}^n w_i \quad (3)$$

Setiap transformasi *affine* w_i bersifat kontraktif, yaitu w_i memetakan dua buah titik menjadi lebih dekat. Ini berlaku untuk semua titik di bidang citra.

Dimensi fraktal merupakan hal terpenting yang perlu dilakukan dalam menghadapi permasalahan kuantifikasi praktis. Ada banyak cara dilakukan untuk menentukan dimensi fraktal, antara lain analisa R/S, power spektrum, variogram, *box counting* dan sebagainya.

Ekstraksi ciri adalah proses mengambil ciri-ciri yang terdapat pada objek di dalam citra untuk mengenali objek tersebut. Ekstraksi ciri merupakan langkah awal dalam melakukan klasifikasi dan interpretasi citra. Proses ini berkaitan dengan kuantisasi karakteristik citra ke dalam sekelompok nilai ciri yang sesuai. Penelitian ini menggunakan ekstraksi ciri secara struktural dengan menentukan dimensi fraktal *box-counting* untuk melihat perbedaan ciri citra termogram normal dan kanker lanjut.

Estimasi sebuah gambar lokal yang bermanfaat ketika *coping* dengan *noise* citra adalah dimensi fraktal. Pada umumnya, relasi antara distribusi random dan fraktal sangat penting. Hal ini karena distribusi kecerahan random memiliki karakteristik *self-similarity* yang analog terhadap himpunan fraktal. Namun demikian, pengukuran *self-similarity* tidak dapat diterapkan dalam *a strict sense* jika distribusi *random* tidak didefinisikan sebagai algoritma. Untuk alasan ini, dikembangkan sebuah dimensi *box-counting*.

Dimensi *box-counting* berdasarkan perhitungan piksel-piksel yang dikunjungi oleh pengukuran pada himpunan grid dari berbagai resolusi dan posisi. $N(s)$ merupakan rata-rata sel-sel yang dikunjungi oleh pengukuran pada himpunan dengan translasi yang berbeda pada sisi sebuah sel persegi dalam grid.

Metode yang umum digunakan untuk menghitung dimensi dari objek fraktal adalah metode penghitungan kotak (*box-counting*) yang dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$D = \frac{\log(N(s))}{\log(1/s)} \quad (4)$$

Dengan menerapkan persamaan diatas pada struktur fraktal, dapat diperoleh persamaan penghitungan dimensi fraktal Hausdorff sebagai berikut:

$$D = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{\log(N(s))}{\log(1/s)} \quad (5)$$

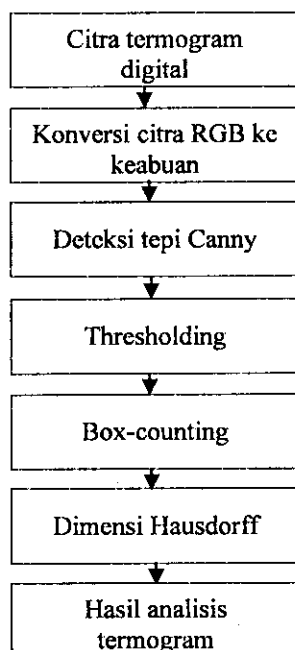
dengan $N(s)$ menyatakan banyaknya kotak berukuran s yang berisi informasi (*pixel*) objek, dan D adalah dimensi fraktal objek dengan kotak berukuran s .

Langkah-langkah metode penghitungan kotak adalah sebagai berikut. Pertama, citra dibagi kedalam kotak-kotak dengan ukuran s . Kedua, menghitung banyaknya kotak $N(s)$ yang dibutuhkan melingkupi suatu objek. Nilai $N(s)$ sangat tergantung pada s . Nilai s berubah dari 1 sampai 2^k , dengan $k = 0, 1, 2, \dots$ dan seterusnya, dan 2^k tidak boleh lebih besar dari ukuran citra. Bila citra berukuran $2^m \times 2^m$, maka nilai k akan berhenti sampai m . Ketiga, menghitung D dengan persamaan (5). Langkah terakhir adalah membuat garis lurus (regresi linier) berdasarkan nilai-nilai

$\log(N(s))$ sebagai sumbu y dan nilai-nilai $\log(1/s)$ sebagai sumbu x . Kemiringan (*slope*) dari garis lurus tersebut merupakan dimensi fraktal dari suatu objek.

3. Metodologi

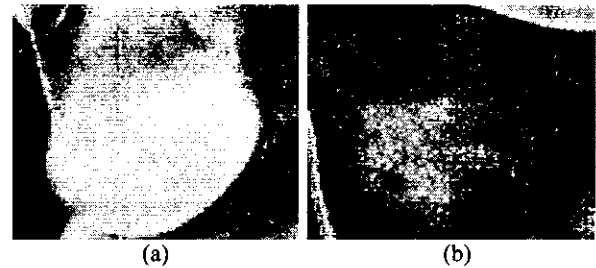
Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah 20 sampel citra termogram digital yang diambil menggunakan kamera termal Fluke Ti20. Citra digital di *download* dari dalam kamera kemudian dilakukan pengaturan ukuran citra menjadi 192 piksel x 256 piksel dengan format penyimpanan citra berekstensi .jpg. Dari jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian, dilakukan pembagian sampel ke dalam 2 kelas berdasarkan jenis termogram, yaitu 10 sampel mewakili termogram normal dan 10 sampel mewakili termogram kanker lanjut. Citra termogram kemudian di deteksi tepinya menggunakan operator Canny. Tahap selanjutnya adalah segmentasi otomatis dengan teknik pengambangan (*thresholding*). Dari hasil segmentasi yang telah diperoleh kemudian dilakukan analisis perhitungan dimensi fraktal secara otomatis menggunakan metode *box-counting*, dimensi Hausdorff, dan pencocokan kurva metode regresi. Gambar 1 berikut menunjukkan tahap-tahap penelitian secara lengkap.



Gambar 1. Tahap-tahap penelitian

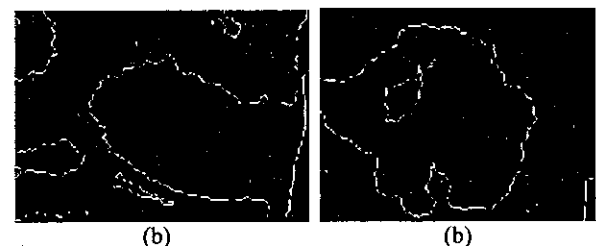
4. Hasil dan Pembahasan

Citra digital termogram normal dan termogram kanker lanjut yang akan diekstrak cirinya ditunjukkan pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. (a)Termogram normal, (b)termogram kanker lanjut

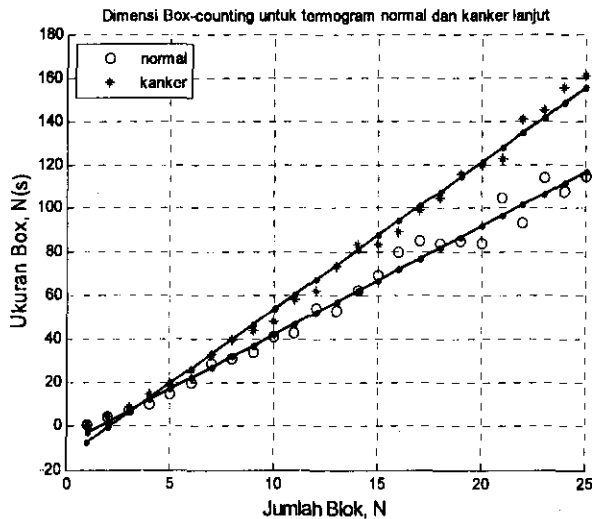
Dengan menggunakan teknik pengolahan citra yang telah dijelaskan pada langkah-langkah penelitian, citra warna yang telah diubah kedalam citra keabuan kemudian ditajamkan tepinya menggunakan metode Canny dan teknik pengambangan. Hasil deteksi tepi Canny dan pengambangan pada termogram normal dan termogram kanker lanjut ditunjukkan pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Hasil deteksi tepi Canny (a) termogram normal, (b)termogram kanker lanjut

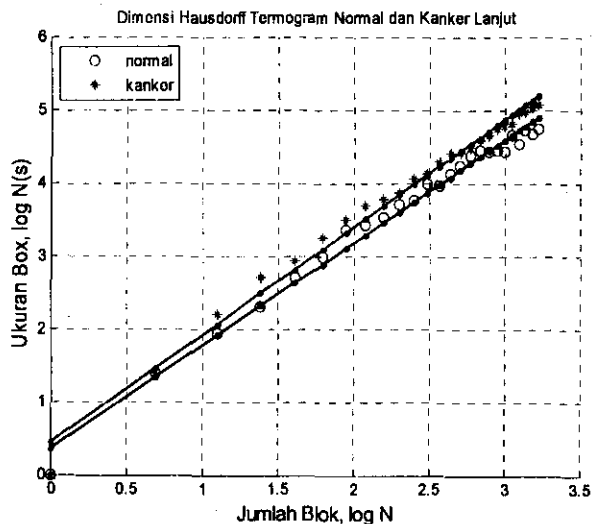
Hasil perhitungan dimensi *box-counting* dengan regresi linear pada termogram normal dan termogram kanker lanjut ditunjukkan oleh Gambar 4 berikut.

Pada Gambar 4 kemiringan garis (*Slope*) yang ditunjukkan termogram kanker lebih tinggi daripada termogram normal. Penyebaran data termogram normal ditunjukkan dengan lingkaran (o) dan penyebaran data kanker disekitar garis regresi diwakili dengan tanda (*).



Gambar 4. Dimensi *box-counting* termogram normal dan kanker lanjut

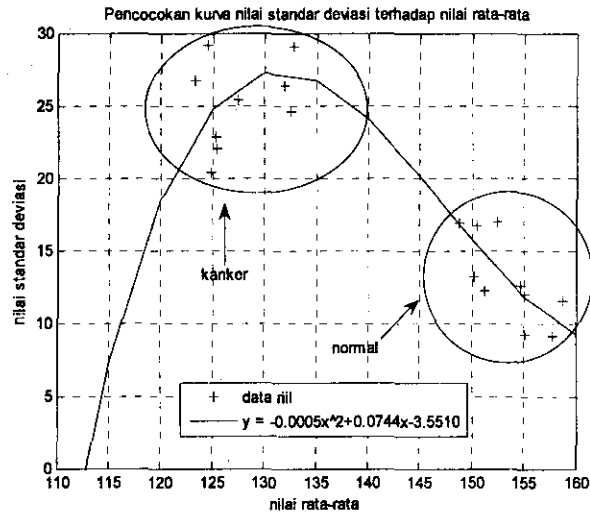
Plot dimensi *Hausdorff* dengan pencocokan kurva pada termogram normal dan termogram kanker lanjut ditunjukkan oleh Gambar 5 berikut dengan tanda (o) menyatakan penyebaran data termogram normal dan tanda (*) menyatakan penyebaran data termogram kanker lanjut.



Gambar 5. Dimensi *Hausdorff* termogram normal dan kanker lanjut

Hasil pencocokan kurva nilai rata-rata dan standar deviasi termogram normal terhadap termogram kanker ditunjukkan pada Gambar 6 berikut.

Hasil pengukuran statistik yaitu nilai rata-rata dan nilai standar deviasi termogram normal dan kanker lanjut ditunjukkan pada Tabel 1.



Gambar 6. Pencocokan kurva nilai rata-rata dan standar deviasi termogram normal terhadap termogram kanker lanjut

Tabel 1. Perhitungan nilai rata-rata dan standar deviasi termogram normal dan kanker lanjut

Nama File	Rata-rata	standar.dev
N1.jpg	148.78	16.89
N2.jpg	150.53	16.69
N3.jpg	152.51	16.98
N4.jpg	158.64	11.55
N5.jpg	157.79	9.19
N6.jpg	154.70	12.62
N7.jpg	151.13	12.27
N8.jpg	155.16	9.29
N9.jpg	154.94	11.97
N10.jpg	150.20	13.23
T1.jpg	134.43	31.82
T2.jpg	125.35	22.05
T3.jpg	123.25	26.72
T4.jpg	132.53	24.57
T5.jpg	124.43	29.13
T6.jpg	132.80	29.06
T7.jpg	125.21	22.89
T8.jpg	131.95	26.36
T9.jpg	124.86	20.39
T10.jpg	127.44	25.39

Tabel 1 diatas menunjukkan bahwa hasil perhitungan statistik termogram normal dan kanker lanjut memiliki perbedaan yang cukup besar. Nilai

rata-rata termogram normal memiliki range (148-159) piksel lebih tinggi daripada kanker lanjut (123-135). Sedangkan nilai standar deviasi termogram normal memiliki range (9-17) piksel lebih kecil daripada kanker lanjut (20-30) piksel.

Hasil perhitungan dimensi hausdorff (DH) pada termogram normal jauh lebih kecil ($0 < DH < 1$) daripada termogram kanker lanjut yang memiliki dimensi lebih tinggi ($1 < DH < 2$). Hal ini ditunjukkan pada Tabel 2 berikut.

Dari penelitian yang telah dilakukan dimensi fraktal *box-counting*, dimensi hausdorff, maupun perhitungan ekstraksi ciri statistik dari nilai rata-rata dan standar deviasi dapat digunakan untuk menentukan jenis termogram normal dan termogram abnormal (kanker).

Tabel 2. Dimensi Hausdorff termogram normal dan kanker lanjut

Nama File	Dimensi Housdorff
N1	0,8272
N2	0,7489
N3	0,8531
N4	0,6815
N5	0,5840
N6	0,8187
N7	0,5947
N8	0,4393
N9	0,8267
N10	0,9345
T1	1,4691
T2	1,3148
T3	1,4039
T4	1,5272
T5	1,4020
T6	1,4792
T7	1,4975
T8	1,4450
T9	1,2605
T10	1,4834

5. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat ditunjukkan bahwa nilai dimensi Hausdorff pada termogram normal lebih kecil daripada nilai

dimensi Hausdorff pada termogram kanker lanjut sehingga dapat disimpulkan bahwa perbedaan dimensi fraktal dapat digunakan untuk membedakan termogram normal dan termogram kanker lanjut.

Daftar pustaka

- J.R Keyserling, P.D.Ahlgren, E.Yu, N.B.Belliveau, 2002, *Overview of functional infrared imaging as part of a multi-imaging strategy for breast cancer detection and therapeutic monitoring*, Proc. 2nd Joint IEEE EMBS/BMES Conf., Houston, TX, pp. 1126-8.
- J.Stoitsis, I.Valavanis, S.G.Mougiakakou, S.Golemati, A.Nikita, K.S.Nikita,2006, *Computer aided diagnosis based on medical image processing and artificial intelligence methods*, Elsevier Journal.
- M.O Tokan, 2004, *Infrared Thermo-graphy: A non-invasive method for medical examinations*, <http://google.com/search?q=Infrared+Thermography+IR+thermography.pdf&btnG=Search> diakses agustus 2008.
- Mandelbrot, B., van Ness, J.: *Fractional Brownian Motion, fractional noises and application*.
- Ovechkin AM, 2003, *Infrared Thermography as a Method to Diagnose of the Breast Cancer*, International medical online journal, 2(1):1-16, ISSN 1684-2989.
- Ovechkin AM, Yoon G, 2003, *New Possibilities of infrared Thermography in Diagnosing Regional Metastases of Breast Cancer*, International medical online journal, 2(1):17-33, ISSN 1684-2989.
- R.C Gonzalez, Rafael E.W, 2008, *Digital Image Processing*, Prentice-Hall, Inc., United State, America.
- R.J Schalkoff, 1999, *Digital Image Processing and Computer Vision*, John Wiley & Sons, Inc, Monticello.
- T.Z Tan, C.Quok, G.S. Ng, E.Y.K.Ng, 2004, *Breast Cancer Diagnosis Using Thermography and Complementary Learning Fuzzy Neural Network*, School of Computer Engineering, Nanyang Technological University.
- Wirawan, I.M.C, 2007, *Kanker Payudara*, www.blogdokter.net/2007/03/13/kanker-payudara diakses 1 januari 2009.