

## PERBANDINGAN SEGMENTASI PADA CITRA ASLI DAN CITRA KOMPRESI WAVELET UNTUK IDENTIFIKASI TELUR

Anton Yudhana<sup>1</sup>, Sunardi<sup>2</sup>, Shoffan Saifullah<sup>3</sup>

<sup>1</sup>eyudhana@mti.uad.ac.id, <sup>2</sup>sunardi@mti.uad.ac.id, <sup>3</sup>shoffan\_s@yahoo.com

<sup>1,2</sup>Teknik Elektro, Universitas Ahmad Dahlan

<sup>3</sup>Magister Teknik Informatika, Universitas Ahmad Dahlan

### Abstrak

Citra digital merupakan gambaran yang jelas dari objek yang dapat diolah dengan komputer. Semakin besar ukuran (pixel) citra akan membutuhkan tempat penyimpanan yang besar pula. Dasar pengolahan citra yang dilakukan dalam penelitian ini terletak pada proses segmentasi pengolahan citra. Hal yang perlu dipertimbangkan adalah objek dari citra telur ayam yang akan diidentifikasi. Proses pengolahan citra melibatkan beberapa proses mulai dari akuisisi citra, preprocessing dan proses pengolahan citra sampai hasilnya. Preprocessing dilakukan untuk proses segmentasi yaitu dengan mengubah citra menjadi citra *grayscale*, dan kemudian diubah menjadi citra hitam putih. Dalam setiap proses dilakukan padding haar untuk mengurangi ukuran (size on disk) dengan matrik haar 8x8. Dan juga dilakukan proses dilasi dan opening untuk membuat objek terlihat jelas serta menghaluskan permukaan untuk menghilangkan noise. Pada proses pengolahannya dilakukan dengan menggunakan segmentasi dan pelabelan dengan didahului dengan perhitungan *centroid* dan penentuan *bounding box* untuk mengidentifikasi telur ayam. Perbandingan hasil pengolahan citra asli dengan hasil kompresi dari citra asli menunjukkan bahwa proses segmentasi citra telur ayam memberikan hasil 100% sama (baik citra asli maupun citra kompresi wavelet). Dengan kompresi akan menghemat penyimpanan (disk) dan hasil yang sama diperoleh dalam proses perhitungan objek, luas area, dan penentuan titik *centroid*.

**Kata kunci:** kompresi wavelet, padding haar, segmentasi dan *labelling*, *centroid* dan *bounding box*.

Copyright © 2016 -- Jurnal Ilmiah ILKOM -- All rights reserved.

### 1. Pendahuluan

Pengolahan citra dari objek telur ayam sudah banyak dilakukan. Proses pengolahan citra telur ayam dengan menggunakan metode statistik orde pertama digunakan untuk mengidentifikasi telur ayam[1],[2]. Pengidentifikasiannya dilakukan dengan memperhatikan beberapa faktor misalnya kebersihan kerabang telur ayam dan dilakukan proses pengolahan lanjut dengan menggunakan metode statistik orde kedua untuk ekstraksi ciri telur ayam, serta dilakukan pengelompokan dengan metode K-Nearest Neighbour (KNN) dengan tingkat keberhasilan 88.89%[1]. Perbedaan bentuk fisik dan warna telur juga menjadi faktor untuk melakukan identifikasi telur ayam. Berdasarkan pada bentuk fisik dan warna telur yang dilakukan pengolahan citra dengan beberapa metode yaitu perubahan nilai keabuan, peningkatan kontras citra, penapisan dengan filter gaussian, ekualisasi histogram, segmentasi thresholding otsu, dan kemudian proses segmentasi mampu membedakan telur dengan perbedaan nilai statistik[2]. Dalam pengolahan citra, pencitraan objek telur ayam dapat dilakukan dengan menggunakan web camera. Proses klasifikasi ukuran telur ayam dan penentuan bobot dilakukan dengan pengolahan citra menggunakan metode segmentasi. Proses klasifikasi telur ayam dengan 36 sampel memberikan hasil 100% tingkat keakurasian, sementara penentuan bobot hanya memberikan hasil 42% tingkat keakurasian[3].

Identifikasi telur juga dapat dilakukan dengan menggunakan mendeteksi fertilitas telur berdasarkan pada embrio yang ada dalam telur[4],[5],[6],[7]. Proses deteksi telur dilakukan dengan menggunakan metode thresholding dengan nilai 50 mampu mendeteksi telur berembrio, tapi telur rusak mampu dideteksi dengan hasil 91.7% tingkat keakurasiannya[4]. Identifikasi telur ayam juga dapat dilakukan dengan menggunakan *thermal imaging camera* untuk proses akuisisi citranya[5],[6]. Thermal Imaging merupakan suatu teknik menggunakan energi inframerah yang tidak terlihat kasat mata, dipancarkan oleh obyek dan diubah menjadi gambar panas secara visual[8]. Identifikasi telur dilakukan dengan menggunakan beberapa metode yaitu kurva dingin, daerah dingin, perkembangan, bentuk oval dan morfologi dari telur, serta ekstraksi telur ayam dengan Region of Interest (ROI) [5],[7] dengan hasil bahwa telur tidak dibuahi waktu 4 hari adalah 89.6%, dan embrio telur dalam 16 hari adalah 96.3% dari keseluruhan[5]. Dan identifikasi dan filtering telur yang fertile dapat dilakukan dengan menggunakan operator sobel, teori fuzzy dan atriks co-occurrence yang mampu memproses dengan keakurasian sistem mencapai 96% dan kecepatan deteksi 2-3 detik[6]. Selain itu

juga dapat dilakukan dengan menggunakan hyperspectral imaging untuk mengetahui fertilitas telur. Ekstraksi ciri dengan menggunakan K-Means dengan hasil klasifikasi telur setiap hari pada proses inkubasi yaitu hari ke-1 sebesar 65,29%, hari ke-2 sebesar 61,18%, sebesar ke-3 yaitu 72,94%, dan hari ke-4 sebesar 84,12%, sehingga perkembangan embrio sulit untuk dideteksi selama 2 hari pertama pada saat telur berada di incubator[7].

Proses segmentasi dengan metode *connected component analysis* mampu mengklasifikasi telur ayam dan telur puyuh dengan citra *background* hitam. Klasifikasi dilakukan dengan akurat dan mampu menghitung jumlah telur[9]. Pengenalan telur dapat dilakukan juga menggunakan metode *centroid classifier* dan *preprocessing* menggunakan HSV (Hue, Saturation and Value) dari citra RGB. Hasil klasifikasi menunjukkan bahwa telur bebek memiliki ciri rata-rata hue antara 0,089-0,094 dan rata-rata saturasi antara 0,12-0,32. Telur ayam negeri memiliki ciri rata-rata hue antara 0,033-0,053 dan rata-rata saturasi antara 0,52-0,62, sedangkan telur ayam kampung memiliki ciri rata-rata hue antara 0,061-0,068 dan rata-rata saturasi antara 0,21-0,25 [10].

Berdasarkan pada penelitian yang dilakukan, peneliti akan membuat perbedaan dalam proses pengolahan citra dari penggunaan metode, analisis yang dilakukan, maupun menggunakan metode-metode yang telah dilakukan akan tetapi dengan mengkombinasikannya. Dalam penelitian yang dilakukan yaitu menggunakan centroid dan bounding box dalam menentukan obyek dan luas area telur ayam, dan dilakukan perbandingan proses preprocessing, metode yang digunakan, serta hasil dari proses pengolahan citra. Dengan menggunakan metode segmentasi untuk membandingkan citra asli dengan citra kompresi wavelet.

## 2. Landasan Teori

### 2.1. Pengolahan Citra

Citra merupakan sebuah gambaran, kemiripan, atau imitasi dari suatu objek. Citra dapat berupa foto, sinyal video (gambar di TV) atau bersifat digital yang dapat langsung disimpan dalam media penyimpanan. Citra yang dapat diolah oleh komputer disebut citra digital. Setiap citra dapat diperoleh dengan akuisisi citra, yaitu proses yang dilakukan untuk mendapatkan citra digital sampai pencitraan. Pencitraan merupakan cara mengubah citra tampak (foto, gambar, patung, dan lain-lain)[11].

Dalam pengolahan citra diperlukan proses *preprocessing* yang bertujuan dalam memperbaiki citra dengan meningkatkan kualitas citra dengan pengaturan kontras dan *brightness*, menghilangkan *noise*, restorasi citra, transformasi citra, dan menentukan bagian citra yang akan diobservasi. Proses *preprocessing* salah satunya dengan mengubah citra asli (warna/RGB) menjadi citra abu-abu (*grayscale*). Nilai intensitas untuk tiap piksel pada citra keabuan merupakan nilai tunggal dimana nilai intensitasnya berada pada interval 0-255, sedangkan pada citra berwarna perlu tiga nilai intensitas yang berada pada interval 0-255 untuk tiap pikselnya. Semakin mendekati nilai 255, maka derajat keabuan akan semakin terang. Pada dasarnya proses ini dilakukan dengan meratakan nilai piksel dari 3 nilai RGB menjadi 1 nilai[11].

### 2.2. Histogram ekualisasi

Histogram ekualisasi merupakan probabilitas statistik distribusi dari setiap tingkat keabuan (*grayscale*) pada citra digital[12],[13]. Metode digunakan untuk perataan histogram dari citra *grayscale*, sehingga citra dikelompokkan kedalam level nilai intensitas warna piksel yang berbeda. Citra *grayscale* 8 bit memiliki 256 level nilai intensitas yang berbeda. Histogram akan ditampilkan kedalam grafik terdistribusi dari masing-masing 256 level nilai pixel tersebut.

### 2.3. Opening dan Dilasi

Operasi opening dan dilasi merupakan bagian dari proses morfologi. Morfologi merupakan suatu teknik pengolahan citra yang didasarkan pada bentuk segmen (daerah citra). Dilasi digunakan untuk memperbesar ukuran segmen di sekitar obyek, dan *Opening* digunakan untuk memperkecil ukuran citra kemudian baru dilakukan proses dilasi dan berfungsi untuk memperhalus batas objek, memperhalus objek dan menghilangkan *noise*.

### 2.4. Segmentasi

Segmentasi adalah metode yang digunakan untuk mempartisi/membagi citra menjadi beberapa bagian pokok yang memiliki informasi penting. Pada penelitian ini digunakan untuk mendeteksi objek dengan memisahkan objek dengan background (latar belakang)[11]. Segmentasi pada penelitian ini menggunakan 2 metode yaitu *thresholding* dan pelabelan. *Thresholding* yaitu proses segmentasi dari sebuah citra *grayscale* dengan menghasilkan citra biner. Proses binerisasi memerlukan nilai *threshold/ambang* (T). *Threshold* OTSU merupakan algoritma yang digunakan untuk melakukan segmentasi citra digital abu-abu ke dalam citra digital hitam (*foreground*) dan putih (*background*). Histogram Thresholding Otsu memberikan sebaran nilai intensitas pada tiap piksel pada citra dalam 1 dimensi. Histogram tersebut berfungsi dalam pengelompokan piksel-piksel dalam citra didasarkan

pada nilai *threshold*. Sehingga untuk mendapatkan hasil maksimal maka nilai *threshold* harus mampu memisahkan kelas-kelas sehingga nilai intensitas piksel antar kelas berbeda-beda.

## 2.5. Region Props

*Region props* digunakan untuk membantu dalam proses penentuan nilai *centroid* dan penentuan daerah *bounding box*. *Centroid* digunakan untuk menentukan nilai tengah dari suatu obyek telur yang terdeteksi yang memiliki nilai berdasarkan sumbu x dan y, dan *bounding box* merupakan metode yang digunakan untuk menentukan objek dan menandainya dengan kotak yang sesuai besarnya dengan obyek yang teridentifikasi[14].

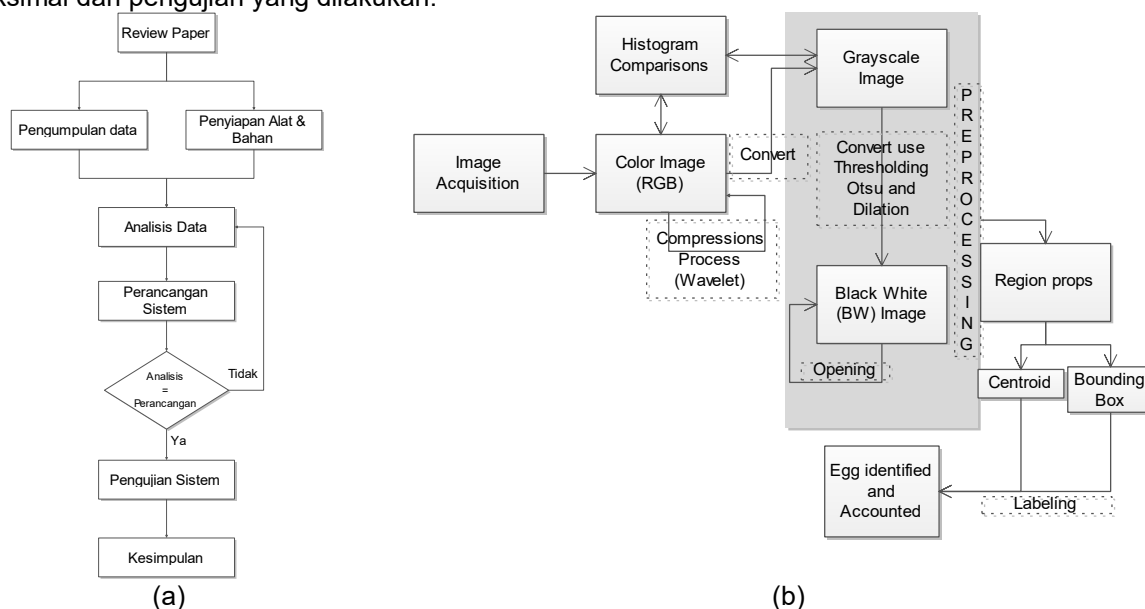
## 2.6. Wavelet

*Wavelet* merupakan gelombang singkat yang energinya terkonsentrasi pada selang waktu untuk menganalisis transien, ketidaksisioneran, atau perubahan fenomena terhadap waktu. *Wavelet* digunakan sebagai alat bantu matematis untuk melakukan dekomposisi suatu sinyal (misal audio dan citra) menjadi komponen-komponen frekuensi yang berbeda, sehingga masing-masing komponen tersebut dapat dipelajari dengan menggunakan skala resolusi yang sesuai. Karena itu, *wavelet* dikenal sebagai alat untuk analisis berdasarkan skala [15].

*Discrete Wavelet Transform (DWT)* merupakan dekomposisi citra pada frekuensi subband citra tersebut. Komponen sub-band transformasi *wavelet* dihasilkan dengan cara penurunan level dekomposisi. Implementasi DWT dapat dilakukan dengan cara melewatkan sinyal melalui sebuah *level low pass filter (LPF)* dan *level high pass filter (HPF)* dan melakukan *down sampling* pada keluaran masing-masing filter. DWT selain menggunakan fungsi *wavelet*, juga menggunakan fungsi skala untuk penghalusan citra (*image smoothing*) [15].

## 3. Metode

Dalam melakukan proses segmentasi untuk membandingkan citra asli dengan citra kompresinya dilakukan dengan menggunakan metode pengolahan citra seperti pada Gambar 1.(b). Metodologi penelitian secara umum dilakukan seperti pada Gambar 1.(a), dimana proses penelitian memerlukan referensi dari kajian paper terdahulu, penyiapan alat, bahan, dan data yang akan digunakan. Dalam penelitian diperlukan proses analisis dan perancangan atas apa yang akan dilakukan. Pengujian sistem dilakukan dengan menggunakan data-data yang telah didapatkan dan diuji dengan kesesuaian prediksi yang diharapkan. Akan tetapi perlu dilakukan analisis ulang mengenai acuan yang diharapkan dengan rancangan yang dibuat. Sehingga hasil memberikan nilai maksimal dari pengujian yang dilakukan.



Gambar 1. Metodologi Penelitian (a) Secara Umum [16], (b). Alur Proses Pengolahan Citra Telur

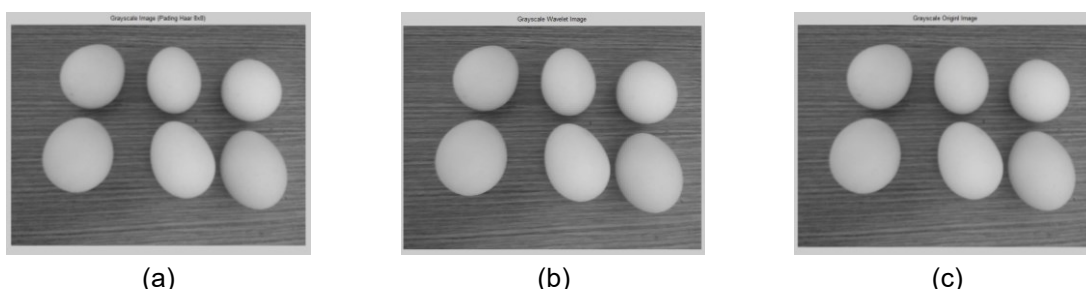
Gambar 1 menunjukkan proses pengolahan citra mulai dari proses akuisisi citra sampai dengan proses segmentasi untuk menentukan luas area objek telur ayam dan perhitungan titik tengah (*centroid*) objek telur ayam. Citra yang diakuisisi dengan kamera adalah citra warna (RGB) yang akan dilakukan proses *preprocessing* (diubah menjadi citra *grayscale* dan citra hitam putih). Citra warna dilakukan proses kompresi dengan metode *wavelet*, dan Citra *grayscale* dilakukan proses perbandingan antara histogram dari citra warna dan *grayscale*. Berdasarkan perbandingan histogram

didapatkan bahwa histogram dari citra *grayscale* memberikan gambar yang lebih rata dan citra *grayscale* diubah menjadi citra hitam putih dengan menggunakan *thresholding otsu* dan dilasi. Sebelum dilakukan proses *region props*, *labelling* dan perhitungan objek telur ayam citra hitam putih harus dilakukan *opening* untuk menghaluskan objek dan menghilangkan *noise* (yang tidak diinginkan).

**4. Hasil**

Matriks Haar 8x8 yang digunakan untuk padding pada gambar Asli yang akan diubah menjadi *grayscale* dan dilakukan kompresi dengan wavelet.

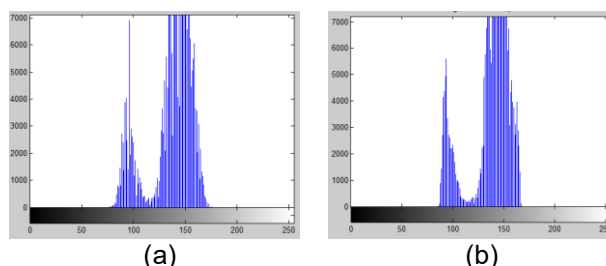
0,3536	0,3536	0,5	0	0,7071	0	0	0
0,3536	0,3536	0,5	0	-0,7071	0	0	0
0,3536	0,3536	-0,5	0	0	0,7071	0	0
0,3536	0,3536	-0,5	0	0	-0,7071	0	0
0,3536	-0,3536	0	0,5	0	0	0,7071	0
0,3536	-0,3536	0	0,5	0	0	-0,7071	0
0,3536	-0,3536	0	-0,5	0	0	0	0,7071
0,3536	-0,3536	0	-0,5	0	0	0	-0,7071



Gambar 2. *Grayscale* format .JPG (a) Citra Asli (b) Citra Kompresi Wavelet (c) Citra *Grayscale* dari Citra Asli

Proses pengubahan citra warna (RGB) menjadi citra *grayscale* dilakukan dengan menggunakan *padding haar* agar baris dan kolom citra dapat dibagi 8. Sehingga dengan menggunakan *padding* akan didapatkan ukuran (*disk*) citra yang lebih kecil. Dalam gambar citra terlihat sama, tapi ukuran citra yang dihasilkan berbeda. Ukuran citra asli yaitu 125 KB, setelah dilakukan *padding* dengan matrik *haar* 8x8 seperti di atas kemudian dilakukan konversi menjadi *grayscale* (Gambar 2.(a)) memiliki ukuran 113 KB dan citra kompresi dengan metode *wavelet* (Gambar 2.(b)) memiliki ukuran 53.8 KB dan dengan nilai dimensi yang sama yaitu 1280x960 (pixels).

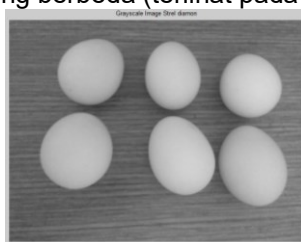
*Haar wavelet* menggunakan metode untuk memanipulasi matriks disebut *averaging* dan *differencing*. Seluruh baris dari matriks gambar diambil, kemudian melakukan *averaging* dan *differencing*. Matriks Haar digunakan karena metode ini mampu memberikan hasil yang cepat dan efisien dalam pemakaian memori [17].



Gambar 3. Histogram Citra *Grayscale* (a) Citra Asli (b) Citra Kompresi Wavelet

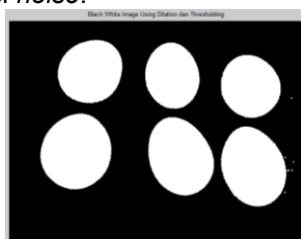
Berdasarkan Gambar 3, dapat terlihat bahwa histogram citra memiliki komposisi nilai yang berbeda, akan tetapi memiliki bentuk pola yang sama untuk citra *grayscale* yang asli dengan citra kompresinya. Kompresi citra digital adalah salah satu metode yang yang digunakan dalam meminimalisir adanya redundansi [18]. Kompresi wavelet dapat dilakukan dengan menggunakan transformasi wavelet DWT [19]. Transformasi DWT digunakan untuk mentransformasi citra menjadi beberapa koefisien wavelet. Kompresi dilakukan untuk mendapatkan ukuran citra (*disk*) lebih kecil,

sehingga Gambar 3 menunjukkan bahwa citra *grayscale* dari citra asli memberikan penyebaran nilai intensitas yang lebih luas jika dibandingkan dengan citra kompresi wavelet. Walaupun ukuran penyimpanan citra hasil kompresi memberikan nilai yang lebih kecil, akan tetapi memiliki ukuran pixel yang sama. Sehingga dalam representasi histogram memberikan nilai yang mendekati dengan bentuk yang sama dan penyebaran intensitas yang berbeda (terlihat pada Gambar 3)



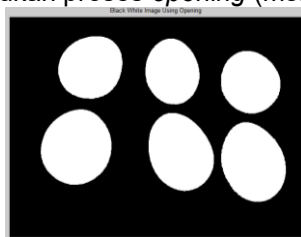
Gambar 4. Citra Grayscale dengan Strel Diamond

Citra grayscale pada masing-masing citra yaitu citra asli (original), citra asli (padding haar) dan citra hasil kompresi wavelet (dengan padding haar) memberikan hasil proses dengan menggunakan strel diamond. Gambar 4 menunjukkan bahwa citra *grayscale* terdapat banyak jajar genjang, dimana strel diamond digunakan untuk mereduksi *noise*.



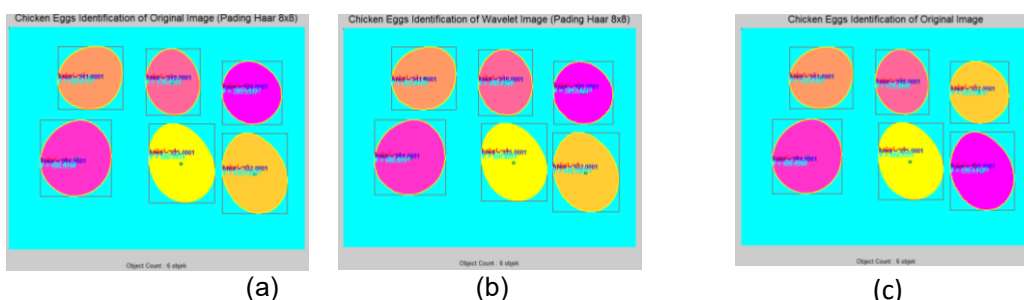
Gambar 5. Citra Hitam Putih Menggunakan Metode Dilasi dan Thresholding

Gambar 5 menunjukkan bahwa citra grayscale yang dilakukan konversi menjadi citra hitam putih. Dilasi bertujuan untuk memperbesar ukuran segmen pada lapisan di sekitar obyek sehingga akan terlihat jelas objek yang diidentifikasi. Pada Gambar 5 terlihat pada bagian pojok kanan bawah masih terdapat bintik-bintik sehingga perlu dilakukan proses *opening* (menjadi Gambar 6).



Gambar 6. Citra Hitam Putih Dilakukan Proses Opening

Proses opening dilakukan untuk memperhalus batas objek, memperhalus objek dan menghilangkan *noise*. Sehingga dihasilkan citra telur yang mampu memisahkan objek dengan *background* tanpa *noise*. Proses *opening* dilakukan mempermudah dalam segmentasi dan pelabelan sehingga diperoleh hasil Gambar 7.



Gambar 7. Hasil Segmentasi dan Pelabelan (a) Citra Asli (Padding Haar), (b) Citra Kompresi Wavelet (Padding Haar), (c) Citra Asli (Original)

Gambar 7 menunjukkan hasil proses segmentasi dan pelabelan, dan penghitungan objek (telur ayam), pada Gambar 7.(a) citra asli dilakukan proses padding haar untuk mengurangi ukuran penyimpanan dan Gambar 7.(b) citra kompresi menggunakan metode wavelet dan dikenai proses padding haar juga sehingga didapatkan ukuran penyimpanan yang lebih kecil dibandingkan dengan Gambar 7.(b). Sedangkan pada Gambar 7.(c) merupakan gambar hasil dari citra asli (original) tanpa

padding haar dan kompresi. Berdasarkan pada Gambar 7 maka didapatkan jumlah objek telur dari citra yang diproses, luas area dan titik centroid (X dan Y) terlihat pada Tabel 1.

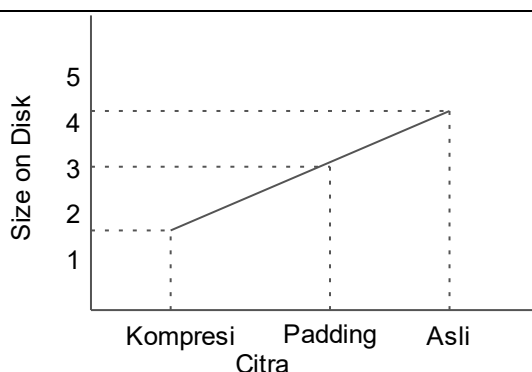
Tabel 1. Hasil Penentuan Titik Centroid dan Luas Area dan Perhitungan Jumlah Objek

Citra	Jumlah Objek	Luas Area	Titik Centroid	
			Terhadap X	Terhadap Y
Citra Asli (Original);	6	904,0001	292.9704	568.995
		911,0001	355.0638	220.8116
		918,0001	709.9058	240.7549
		925,0001	744,8585	590.8077
		932,0001	1061.9184	635.0897
		939,0001	1049.4278	285.5444
Citra Asli dengan padding Haar;	6	904,0001	292.9704	568.995
		911,0001	355.0638	220.8116
		918,0001	709.9058	240.7549
		925,0001	744,8585	590.8077
		932,0001	1061.9184	635.0897
		939,0001	1049.4278	285.5444
Citra Kompresi Wavelet dan Padding Haar	6	904,0001	292.9704	568.995
		911,0001	355.0638	220.8116
		918,0001	709.9058	240.7549
		925,0001	744,8585	590.8077
		932,0001	1061.9184	635.0897
		939,0001	1049.4278	285.5444

Berdasarkan pada Tabel 1 maka diperoleh bahwa citra asli (original), citra asli dengan padding haar dan citra kompresi wavelet dan padding haar menunjukkan hasil yang sama untuk perhitungan titik centroid (X maupun Y), perhitungan objek, dan Luas area pada setiap objek yang terekam dalam citra tersebut. Sehingga diperoleh tabel perbandingan berikut (Tabel 2) dan dapat dirasiokan dalam bentuk grafik (Gambar 8).

Tabel 2. Perbandingan Citra Asli dan Citra Kompresi Wavelet

Citra	Jumlah Objek	Luas Area	Titik Centroid		Size on disk
			Terhadap X	Terhadap Y	
a. Citra Asli	Sama	Sama	Sama	Sama	Besar
b. Citra Asli dengan padding Haar;	Sama	Sama	Sama	Sama	Lebih Kecil dari pada Citra Asli (Padding Haar)
c. Citra Kompresi (Padding Haar)	Sama	Sama	Sama	Sama	Lebih Kecil dari pada Citra Asli (Padding Haar)



Gambar 8. Grafik Perbandingan Ukuran Penyimpanan Citra

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan pada proses *preprocessing* sampai dengan hasil penentuan objek maka diperoleh kesimpulan bahwa proses segmentasi pada citra asli dan kompresi memberikan hasil yang sama. Dari semua proses yang membedakan dari citra asli dan citra kompresi menggunakan metode wavelet adalah pada ukuran penyimpanan (size on disk). Berdasarkan pada Tabel 2 maka dapat disimpulkan bahwa dengan kompresi akan menghemat penyimpanan (disk) dan dengan citra kompresi memberikan hasil segmentasi dan penentuan objek yang sama dengan citra aslinya. Hasil menunjukkan 100% kesamaan pada proses perhitungan objek, luas area, dan penentuan titik *centroid*.

## Daftar Pustaka

- [1] Trisnangingtyas, Puspa Rizky, Maimunah, Klasifikasi Mutu Telur Berdasarkan Kebersihan Kerabang Telur Menggunakan K-Nearest Neighbor, Konferensi Nasional Informatika (KNIF), (2015).
- [2] Nurhayati, Oky Dwi, Sistem Analisis Tekstur Secara Statistik Orde Pertama Untuk Mengenali Jenis Telur Ayam Biasa dan Telur Ayam Omega-3, Jurnal Sistem Komputer, Vol. 5, No. 2, 79-82. ISSN: 2087-4685, e-ISSN: 2252-3456, (2015).
- [3] Wijaya, Tria Adhi, Yudi, Prayudi, Implementasi Visi Komputer Dan Segmentasi Citra Untuk Klasifikasi Bobot Telur Ayam Ras, Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2010, G1-G5, ISSN: 1907-5022, (2010).
- [4] Khabibulloh, M. Arif, Kusumawardhani, Apriani, Pratama, Detak Yan, Rancang Bangun Sistem Deteksi Embrio pada Telur Menggunakan Webcam, Jurnal Teknik Pomits, Vol. 1, No. 1, 1-6 (2012).
- [5] Liu Hai-ling, Cai Jian-rong, Sun Li, Yuan Lei-ming, & Liu Meng-lei, Research on the Discrimination of Hatching Eggs Activity Based on Thermal Imaging: A Food Nondestructive Testing Practice, International Journal of Smart Home. Vol. 10, No. 2, 175-186, (2016).
- [6] Chern-Sheng Lin, Po Ting Yeh, Der-Chin Chen, Yih-Chih Chiou, Chi-Hung Lee, The Identification and Filtering of Fertilized Eggs with a Thermal Imaging System, Computers and Electronics in Agriculture 91 (2013), 94–105, (2012).
- [7] L. Liu, M. O. Ngadi, Detecting Fertility and Early Embryo Development of Chicken Eggs Using Near-Infrared Hyperspectral Imaging, Springer, Food Bioprocess Technol (2013) 6:2503-2513, (2012).
- [8] TRIDINEWS, 5 Fakta tentang Thermal Imaging, <http://www.news.tridinamika.com>, post 24/11/2014
- [9] Ruslianto, Ikhwan, Klasifikasi Telur Ayam Dan Telur Burung Puyuh Menggunakan Metode Connected Component Analysis, Jurnal Ilmiah SISFOTENIKA, Vol. 3, No. 1, 41-50, (2013).
- [10] Utami, Yustina Retno Arum, Pengenalan Telur Berdasarkan Karakteristik Warna Citra, Jurnal Ilmiah SINUS, Vol. 7, No.2, 1-14, ISSN: 1693-1173, (2009).
- [11] Andono, Pulung Nurtantio, Konsep Pengolahan Citra Digital, Ed. 1. Yogyakarta: Andi, (2015).
- [12] Ahmad, U., Pengolahan Citra Digital & Teknik Pemrogramannya, ed. 1, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2005.
- [13] <http://www.metode-algoritma.com/2015/07/metode-penyetaraan-histogram.html>
- [14] Pramana, C.J., Implementasi Metode Thresholding dan Metode Regionprops untuk Mendeteksi Marka Jalan Secara Live Video, Jurnal Universitas Dian Nuswantoro Semarang, 2014.
- [15] Hermansyah D., Kompresi Citra Menggunakan Metode Wavelet Embedded Zerothree Of Coefficient Wavelet (EZW), [http://eprints.dinus.ac.id/16574/1/jurnal\\_15563.pdf](http://eprints.dinus.ac.id/16574/1/jurnal_15563.pdf), access 20 November 2016
- [16] Sunardi, Yudhana, A., Saifullah, S., Thermal Imaging Untuk Identifikasi Telur, Prosiding Konferensi Nasional Ke-4, Asosiasi Program Pascasarjana Perguruan Tinggi Muhammadiyah (APPPTM), hlm. 152-157, 2015.
- [17] Raviraj, P., Sanavullah, M.Y., The Modified 2D-Haar Wavelet Transformation in Image Compression, Middle-East Journal of Scientific Research 2 (2): 73-78, 2007.
- [18] Sugiharto, A., Harjoko A., Kompresi Citra Digital Dengan Fraktal Sebagai Teknik Kompresi Alternatif, Prosiding Seminar Nasional SPMIPA 2006, Bagian II. Ilmu Komputer, hlm. 1-7.
- [19] Antonini, M., Barlaud, M., Images Coding Using Wavelet Transform, IEEE Trans. On Image Processing, Vol. 1, No. 2, pp. 205 – 220, 1992