

THERMAL IMAGING UNTUK IDENTIFIKASI TELUR

Sunardi, Anton Yudhana, Shoffan Saifullah

Magister Teknik Informatika
Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta
Yogyakarta, Indonesia
Email: sunardi@mti.uad.ac.id

Abstrak — *Thermal imaging* merupakan teknologi yang digunakan dengan memanfaatkan pancaran panas yang dikeluarkan oleh benda. Benda yang berada di atas temperatur 0 (nol) akan memancarkan energi panas termasuk telur ayam. Pemanfaatan teknologi *thermal image camera* dalam pengolahan citra merupakan salah satu perkembangan teknologi khususnya dalam bidang *thermography*. *Thermography* yang dilakukan dalam pengolahan citra telur ayam telah banyak dilakukan dengan berbagai metode dan analisis yang berbeda pula. *Thermal camera flir* digunakan dalam mendapatkan *capture* telur ayam dan tidak berpengaruh pada lingkungan sekitar karena tidak memancarkan sinar infra atau gelombang elektromagnetis, akan tetapi menyerap sinar radiasi panas yang dipancarkan oleh telur ayam. Proses pengolahan citra telur ayam yang telah dilakukan menggunakan Matlab. Pengolahan citra telur ayam yang dilakukan menggunakan beberapa metode diantaranya metode morfologi dengan operasi dilasi untuk memperbesar ukuran segmen, *centroid* dan *bounding box* digunakan untuk menghitung obyek telur ayam dan luas area. Pengolahan citra telur ayam yang dilakukan memperoleh hasil yaitu dapat mengidentifikasi obyek telur ayam dan luas area dari telur yang diproses. Citra telur ayam yang digunakan dilakukan pengujian dengan menggunakan data citra telur tunggal, dan data citra telur kelompok, dan dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil 100% dalam proses penentuan telur ayam dan luas area yang diinginkan.

Kata Kunci — *Thermal Imaging, Morfologi, Dilasi, Centroid, dan Bounding box*

I. PENDAHULUAN

Thermal Imaging adalah suatu teknik menggunakan energi inframerah yang tidak terlihat secara kasat mata, dipancarkan oleh objek kemudian diubah menjadi gambar panas secara visual [1]. Pada dasarnya setiap benda yang di atas temperatur 0 mutlak memancarkan energi panas dalam bentuk infrared. Sehingga setiap objek dapat diidentifikasi dengan menggunakan *thermal camera*.

Benda yang ada di atas temperatur 0 (nol) dapat berupa benda mati maupun benda hidup, termasuk telur ayam. Telur merupakan benda bercangkang yang mengandung zat hidup bakal anak yang dihasilkan oleh unggas (ayam, itik, burung, dan sebagainya) [2]. Telur ayam dalam keadaan normal (tidak berada pada mesin pendingin) atau saat dierami memiliki suhu panas. Untuk

itu dapat dilakukan identifikasi pengolahan citra telur dengan menggunakan *thermal image*. Penggunaan kamera ini tidak menimbulkan radiasi atau efek negatif bagi telur maupun lingkungan sekitar karena tidak memancarkan sinar infra atau gelombang elektromagnetis yang lainnya, tetapi menyerap sinar infra dari radiasi panas yang dipancarkan oleh objek/benda[3].

Proses analisis pengolahan citra telur dilakukan dengan memanfaatkan teknologi *thermal imaging* berdasarkan pada identifikasi manual. Telur merupakan citra analog yang harus diubah ke dalam citra digital untuk proses pengolahan citra (disebut pencitraan). Proses pencitraan menggunakan alat *thermal image camera*.

Dengan adanya digital teknologi yang berbasis suhu panas (*thermal imaging*), dapat digunakan untuk mendeteksi telur ayam yang memancarkan sinar panas. Teknologi digunakan untuk membantu dalam proses pencitraan sebelum dilakukan proses *preprocessing* sampai dengan pengujian citra.

A. Kajian Terdahulu

Klasifikasi mutu telur ayam ras berdasarkan pada kebersihan kerabang telur dengan menggunakan sampel 90 telur ayam yang terdiri dari masing-masing 30 telur ayam mutu I, II, dan III. Algoritma yang digunakan yaitu statistik orde satu dan orde kedua untuk ekstraksi ciri, dan K-Nearest Neighbor (KNN) berbasis Euclidean sebagai proses klasifikasinya. Tingkat keberhasilan dari penelitian yang dilakukan adalah 88.89% [4].

Penerapan visi komputer dan teknik segmentasi dalam mengklasifikasi ukuran fisik telur ayam ras berdasarkan bobotnya. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan alat bantu web camera dan proses citranya menggunakan metode segmentasi untuk pembagian citra sesuai dengan kriteria keserupaan intensitas warna dan analisis regresi untuk pendekatan bobot berdasarkan jumlah piksel obyek. Pengujian klasifikasi 36 sampel telur ayam ras menunjukkan tingkat akurasi sebesar 100% dan akurasi pendekatan bobot sebesar 42% [5].

Sistem deteksi embrio pada telur yang dilakukan dengan *webcame*, proses deteksi embrio telur menggunakan metode *thresholding* untuk mengenali telur dengan memisah objek telur dengan latar belakangnya dan penghitungan jumlah piksel dari obyek yang dibentuk. Proses *egg detection* menggunakan

threshold 50 pada telur yang memiliki embrio tingkat keberhasilan sebesar 100%. Proses *egg detection* pada kondisi telur rusak didapatkan tingkat keberhasilan sebesar 91,7%. Sehingga dari semua pengambilan data dengan segala kondisi telur didapatkan *error* 1,8% dan tingkat keberhasilan 98,2% [6].

Klasifikasi telur ayam dan telur burung puyuh menggunakan metode *connected component analysis*, metode *connected component analysis* berhasil diterapkan pada proses segmentasi telur ayam dan telur puyuh dengan *background* hitam. Tingkat keakuratan yang dihasilkan sebesar 100% dan mampu memberikan klasifikasi pada beberapa jenis telur berdasarkan pendekatan bobot. Jika terdeteksi bukan telur ayam atau telur burung puyuh, maka program tidak akan melakukan perhitungan jumlah telur [7].

Pengenalan telur dapat dilakukan dengan menggunakan ekstraksi ciri berdasarkan karakteristik warna citra. Metode yang digunakan adalah *centroid classifier* dan *preprocessing* dilakukan dengan mengubah citra RGB menjadi HSV (*Hue Saturation and Value*). Hasil yang diperoleh yaitu 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 [8].

Pengenalan jenis telur ayam biasa dan telur ayam omega-3 dengan menggunakan metode analisis secara statistik orde pertama yaitu menggunakan perbedaan bentuk fisik dan warna telur. Metode yang digunakan dalam pengolahan citra yaitu pengubahan nilai keabuan, peningkatan kontras citra, penapisan dengan *filter gaussian*, ekualisasi histogram, segmentasi *thresholding otsu*, dan statistik orde pertama dalam klasifikasi. Hasilnya mampu membedakan telur ayam biasa dan telur ayam omega-3 dengan perbedaan nilai statistika [9].

Teknologi *thermal imaging* dapat digunakan untuk mendeteksi penetasan telur dalam incubator selama 16 hari. Keadaan telur dalam incubator selama 4-16 hari dilakukan penelitian dengan teknologi *thermal imaging*. Analisis dilakukan berdasarkan kurva dingin, daerah dingin, perkembangan, bentuk oval dan morfologi dari telur, serta ekstraksi telur ayam menggunakan metode *Region Of Interest (ROI)*. Dalam penelitian menunjukkan bahwa telur tidak dibuahi waktu 4 hari adalah 89,6%, dan embrio telur dalam 16 hari adalah 96,3% dari keseluruhan [10].

Penentuan fertilitas telur dan perkembangan awal embrio menggunakan *hyperspectral imaging* dengan sampel data yang digunakan yaitu 170 telur ayam (152 telur yang *fertile*, dan 18 tidak *fertile*). Metode yang digunakan menggunakan *Region Of Interest (ROI)* dalam ekstraksi cirinya dan *K-Means* untuk pengklasifikasiannya. Penelitian yang telah dilakukan menunjukkan hasil klasifikasi untuk semua telur pada setiap hari inkubasi yaitu hari ke-1 yaitu 65,29%, hari ke-2 yaitu 61,18%, hari ke-3 yaitu 72,94%, dan hari ke-4 yaitu 84,12%. Hasil klasifikasi rendah pada Hari 1 dan

Hari 2 yang menunjukkan bahwa perkembangan embrio sulit untuk dideteksi selama 2 hari pertama pada saat telur berada di inkubator [11].

Penggunaan *thermal imaging* dalam mengidentifikasi dan filtering pada telur yang *fertile*. Operator pengolahan citra menggunakan sobel untuk mencari garis luar pada telur dan teori fuzzy yang digunakan untuk memperoleh nilai ambang batas terbaik pada telur yang rusak yaitu menggunakan *grayscale matrix co-occurrence*. Maka sistem dapat membuat penilaian apakah setiap telur yang baik atau buruk. Keakuratan sistem dapat mencapai 96%, dan kecepatan deteksi 2-3 detik [12].

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 luas area telur ayam.

B. Citra

Citra adalah suatu representasi (gambaran), kemiripan, atau imitasi dari suatu objek. Suatu citra diperoleh dari penangkapan kekuatan sinar yang dipantulkan oleh objek. Citra merupakan *output* alat perekaman, seperti kamera yang bersifat analog maupun digital.

Citra digital merupakan sebuah larik (*array*) yang berisi nilai-nilai *real* maupun kompleks yang direpresentasikan dengan deretan bit tertentu. Citra yang disimpan dalam memori komputer hanya angka-angka yang menunjukkan besar intensitas pada masing-masing piksel tersebut.

Pada bidang komputer, terdapat 3(tiga) bidang studi yang terkait dengan citra yaitu:

1. Grafika Komputer (*Computer Graphics*)
2. Pengolahan Citra (*Image Processing*)
3. Pengenalan Pola (*Pattern Recognition/Image Recognition*)

Pada proses pengolahan citra, hasil yang diharapkan terkadang tidak sesuai. Adapun salah satu faktornya adalah terdapat cacat (*noise*) saat pengambilan gambar. Maka diperlukan proses pengolahan citra.

Tujuan proses pengolahan citra yaitu:

1. Memperbaiki kualitas gambar dilihat dari aspek radiometrik (peningkatan kontras, transformasi warna, restorasi citra) dan dari aspek geometrik (rotasi, translasi, skala, transformasi geometrik).
2. Melakukan proses penarikan informasi atau deskripsi objek atau pengenalan objek yang terkandung pada citra.
3. Melakukan kompresi atau reduksi data untuk tujuan penyimpanan data, transmisi data, dan waktu proses data.

Proses citra, khususnya dengan menggunakan komputer akan menghasilkan hasil yang lebih baik dari sebelumnya. Berikut adalah alur dari pengolahan citra.

Citra Asli Proses → Pengolahan Citra → Citra Hasil

Pada umumnya, operasi-operasi pengolahan citra diterapkan pada citra apabila:

1. Perbaikan atau modifikasi citra untuk meningkatkan kualitas visual atau menonjolkan beberapa aspek informasi yang terkandung dalam citra.
2. Elemen di dalam citra perlu dikelompokkan, dicocokkan, atau diukur.
3. Sebagian citra perlu di gabung dengan bagian citra yang lain.

C. Akuisisi Citra

Akuisisi citra adalah tahap awal untuk mendapatkan citra digital. Tujuan akuisisi citra untuk menentukan data yang diperlukan dan memilih metode perekaman citra digital.

Tahap ini dimulai dari objek yang akan diambil gambarnya, persiapan alat-alat, dan pada pencitraannya. Pencitraan merupakan kegiatan transformasi dari citra tampak (misal: foto, gambar, lukisan) menjadi citra digital.

D. Preprocessing

Preprocessing memerlukan tahapan untuk menjamin kelancaran pada proses berikutnya, antara lain:

1. Peningkatan kualitas citra (kontras, kecerahan)
2. Menghilangkan noise
3. Perbaikan citra (*image restoration*)
4. Transformasi (*image transformation*)
5. Menentukan bagian citra yang akan diobservasi

Dalam proses *preprocessing* dapat dilakukan dengan beberapa metode yaitu:

a. Derajat keabuan (*grayscale*)

Citra grayscale atau citra keabuan adalah citra yang hanya menggunakan warna pada tingkatan warna abu-abu. Warna abu-abu adalah satu satunya warna pada ruang RGB dengan komponen merah, hijau, dan biru mempunyai intensitas yang sama. 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. Tetapi karena ketiga warna pokok tersebut dianggap tidak seragam dalam hal kemampuan kontribusi pada kecerahan, ada yang berpendapat bahwa cara konversi yang lebih tepat adalah dengan menggunakan persamaan:

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B \quad |$$

Dimana Y adalah nilai kecerahan suatu piksel pada citra abu-abu, dengan persentasi 29,9% dari warna merah (R), 58,7% dari warna hijau (G), dan 11,4% dari warna biru (B).

b. Normalisasi Ukuran

Normalisasi ukuran dilakukan untuk menyeragamkan ukuran dari citra sehingga diharapkan dapat mempercepat proses pengolahan citra selanjutnya. Citra yang dijadikan sebagai input data terkadang tidak beraturan sehingga perlu dilakukan penyeragaman citra.

c. Median Filter

Median filter merupakan operasi menggantikan nilai piksel pada citra dengan nilai median atau nilai tengah dari piksel-piksel tetangganya dan piksel itu sendiri. Filter ini sangat efektif untuk menghilangkan *noise* jenis *salt and pepper* dan juga *impulse* sementara serta tetap mempertahankan detail citra karena tidak tergantung pada nilai-nilai yang umum dalam lingkungannya.

E. Morfologi

Morfologi merupakan suatu teknik pengolahan citra yang didasarkan pada bentuk segmen atau region. Dalam morfologi terdapat beberapa operasi yang dapat dilakukan salah satunya adalah operasi dilasi. Operasi dilasi dilakukan dengan tujuan untuk memperbesar ukuran segmen obyek dengan lapisan di sekitar obyek

F. Segmentasi

Segmentasi citra dilakukan untuk memisahkan obyek dengan backgroundnya. Proses pemisahan bertujuan untuk memudahkan proses klasifikasi dan penghitungan sehingga obyek telur pada citra dapat dikelompokkan dengan tepat dan dilakukan penghitungan dengan akurat.

a. Thresholding

Operasi binerisasi yaitu proses segmentasi dari sebuah citra grayscale dengan menghasilkan citra biner. Proses binerisasi ini memerlukan sebuah nilai threshold (T), proses menemukan nilai threshold dinamakan thresholding citra.

Threshold metode OTSU merupakan algoritma yang digunakan untuk melakukan segmentasi citra digital abu-abu ke dalam citra digital hitam (*foreground*) dan putih (*background*). Thresholding Otsu Histogram menunjukkan sebaran nilai intensitas dari tiap piksel pada citra dalam 1 dimensi. Fungsi dari histogram tersebut akan memudahkan dalam pengelompokkan terhadap piksel-piksel dalam citra. Pengelompokkan ini didasarkan pada nilai ambang atau threshold. Jadi, metode Otsu dikatakan optimal apabila sebuah threshold mampu memisahkan kelas-kelas sehingga piksel antara kelas memiliki nilai intensitas yang berbeda-beda.

b. Pelabelan

Pelabelan komponen dilakukan bila terdapat lebih dari satu objek yang akan dianalisis. Proses ini dilakukan dengan mencari komponen terkoneksi dalam suatu citra. Komponen terkoneksi merupakan bagian yang mewakili sebuah objek dalam citra yang mempunyai objek lebih dari satu. Pengecekan koneksitas dari suatu

kumpulan piksel, dapat menandakan bahwa kumpulan piksel ini merupakan suatu objek tunggal, atau bukan yang dapat ditentukan dari terhubung atau tidaknya dengan kumpulan piksel lainnya di dalam citra biner. Operasi pelabelan dapat memudahkan operasi penghitungan pada masing-masing obyek, tanpa pelabelan maka perhitungan ciri-ciri dari masing-masing obyek akan rancu sebab hasil yang didapat merupakan gabungan dari semua obyek yang ada. Tujuan dari pelabelan yaitu untuk membedakan antara obyek yang satu dengan obyek yang lainnya sehingga apabila menemukan sebuah *noise* yang cukup besar untuk dihapus atau dihilangkan dapat dengan mudah dilakukan karena telah masing-masing obyek telah diberi label.

G. Klasifikasi Obyek

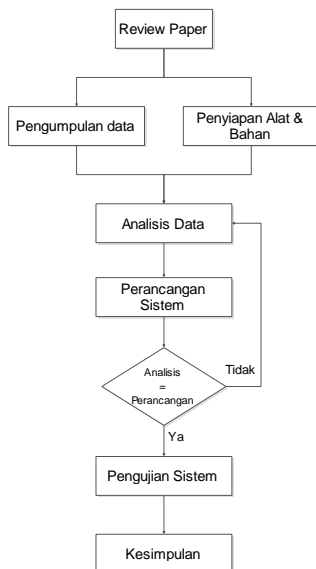
Salah satu metode klasifikasi obyek adalah *centroid classifier*, yaitu metode yang digunakan untuk mencari ciri rata-rata tiap kelas. Adapun rata-rata kelas dapat dilakukan dengan rumus :

$$m_j = \frac{1}{N} \sum_{x \in m_j} x \text{ dimana } j = 1, 2, 3, \dots, M \quad 2$$

II. METODOLOGI

Metodologi yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

Review paper dilakukan dengan cara mencari referensi mengenai *thermal imaging*, pengolahan citra telur baik dari buku, jurnal, majalah maupun dokumen *online* sebagai bahan acuan untuk melakukan penelitian.



Gambar 1. Metodologi Penelitian

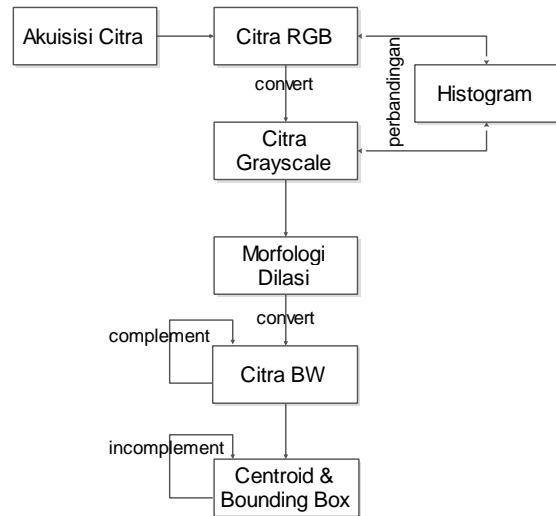
Pengumpulan data dilakukan dengan cara melakukan pengambilan gambar telur ayam dengan menggunakan *thermal imaging camera flir*.

Analisis dilakukan berdasarkan pada hasil review dan data yang telah diperoleh. Analisis akan memudahkan dalam perancangan sistem yang akan dibuat.

Perancangan sistem dilakukan setelah analisis yang telah dilakukan selesai. Pada tahap perancangan ini

menggunakan aplikasi Matlab untuk membuat *prototype* dalam melakukan tahap-tahap pengolahan citra telur ayam.

Adapun perancangan pengolahan citra telur ayam dilakukan dengan alur proses seperti Gambar 2. Pengujian sistem dilakukan dengan pengolahan data citra menggunakan aplikasi Matlab sebagai *prototype*.



Gambar 2. Langkah-langkah Perancangan Pengolahan Citra Telur Ayam

III. HASIL DAN PEMBAHASAN


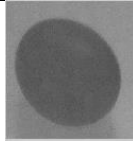

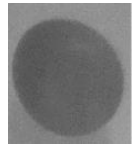

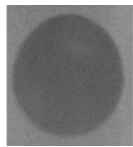

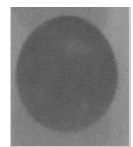
Hasil yang didapatkan dari penelitian dengan *prototype* menggunakan Matlab akan disajikan mulai dari proses *preprocessing* sampai pengolahan citra.

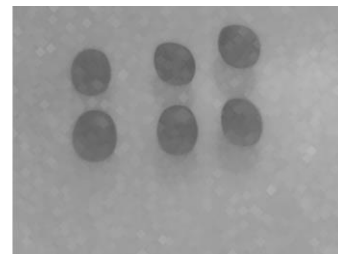
A. Preprocessing (Citra Asli/warna menjadi Grayscale)

Proses *preprocessing* dari citra hasil *capture thermal imager camera flir* diubah ke dalam citra *grayscale* (warna abu-abu) untuk meratakan intensitas warna yang dimiliki oleh citra warna (asli). Citra yang digunakan adalah citra telur tunggal (satu telur). Pengolahan citra pada proses *preprocessing* awal dilakukan dengan mengubah citra telur ayam menjadi citra *grayscale* seperti dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perubahan Citra Asli (warna) menjadi Grayscale

Citra Asli	Grayscale

Citra Asli	Grayscale
	
	
	
	



Gambar 5. Hasil Pengolahan Citra dengan Operasi Dilasi pada Morfologi

Operasi dilasi dilakukan untuk memperbesar ukuran segmen. Pada citra ini dilakukan proses dilasi menggunakan strel 'diamond', sehingga pada gambar terdapat banyak jajargenjang.

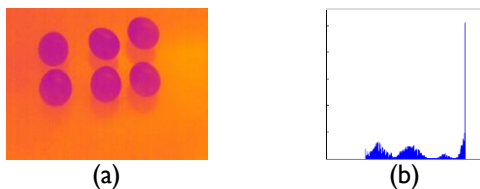
D. Konversi ke Citra Hitam Putih/Black White (BW) dan Dikomplemenkan

Hasil konversi ke citra hitam putih dan kemudian dilakukan komplemen akan digunakan untuk menghitung nilai centroid yang ada pada citra. Warna putih merepresentasikan nilai 1 yang menunjukkan bahwa terdapat obyek dan akan dicari nilai centroidnya, dan hitam merepresentasikan nilai 0 yang merupakan background yang ada pada citra.

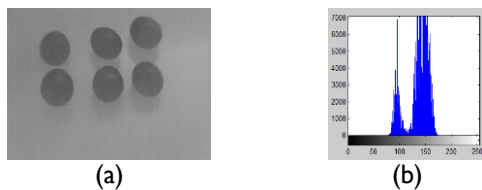


Gambar 6. (a) Hasil Konversi ke BW, (b) Komplemen dari BW

B. Analisis Histogram pada Citra Warna (RGB) dan Grayscale



Gambar 3. (a) Citra Asli (Warna), (b) Histogram Citra Warna (Gabungan Citra RGB)



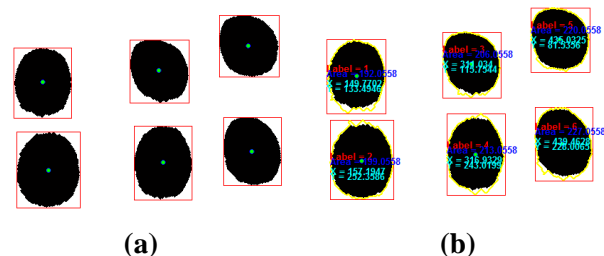
Gambar 4. (a) Citra Grayscale, (b) Histogram Citra Grayscale

Sampel yang digunakan dalam analisis histogram adalah citra telur kelompok yang terdiri dari 6 (enam) telur dalam 1 (satu) gambar citra. Berdasarkan pada gambar 3(b) dan 4(b) dilakukan perbandingan dan dapat dilihat bahwa dengan menggunakan citra grayscale (menggunakan *threshold otsu*) didapatkan intensitas warna yang lebih rata jika dibandingkan dengan histogram citra warna (RGB).

C. Morfologi Citra (Dilasi)

Morfologi citra telur yang dihasilkan citra hasil pada Gambar 5.

E. Hasil Pengolahan Citra dengan Matlab



Gambar 7. (a) Pengolahan Citra Kelompok Telur dengan Centroid, (b) Pengolahan Citra Telur Kelompok dengan Centroid dan Penentuan Obyek dengan Label













Hasil pengolahan citra didapatkan pengenalan obyek dari citra telur tunggal (Tabel 2) maupun citra telur kelompok (Gambar 7). Pengolahan citra kelompok (terdapat 6 telur) didapatkan 6 objek telur diperoleh:

- Label 1: Area 192.0558 centroid (X: 149.7702; Y: 133.4946)
- Label 2: Area 199.0568 centroid (X: 157.1947; Y: 252.3586)

Label 3: Area 206.0558 centroid (X: 311.034; Y: 115.7544)
 Label 4: Area 213.0558 centroid (X: 316.9329; Y: 243.0195)
 Label 5: Area 220.0558 centroid (X: 435.0325; Y: 81.5356)
 Label 6: Area 227.0558 centroid (X: 439.4628; Y: 228.0065)

Centroid dengan nilai X dan Y pembacaannya dimulai dari matrik (0,0).

Tabel 2. Hasil Pengolahan Citra Tunggal (1) dengan Perhitungan centroid dan Luas Area(Pixel)

Citra Hasil	Σ	Citra Label	X	Y	L (Pixel)
	1		3.4315	65.0129	182.0565
	1		49.7317	80.1409	182.0573
	1		58.2694	68.8147	182.058
	1		54.1992	68.0988	182.0587
	1		57.5796	69.7679	182.0594
	1		53.7793	68.4078	182.0602

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pengolahan citra telur berbasis *thermal imaging* yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa proses pengolahan citra dapat dilakukan dan mendapatkan hasil dapat mengetahui jumlah telur yang di-capture dengan *thermal imager camera flir*. Penggunaan metode morfologi dan *threshold otsu* dapat dilakukan untuk memperbaiki citra telur ayam dengan operasi dilasi. Penentuan centroid melalui proses *complement* dari citra BW dan penentuan jumlah obyek dan luas berdasarkan pada centroid dalam citra digital dan proses *bounding box* pada obyek yang dihitung. Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil 100% dalam proses penentuan telur ayam dan luas area yang diinginkan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] <http://www.news.tridynamika.com/>

- [2] Kamus Besar Bahasa Indonesia Online. <http://kbbi.web.id/>.
- [3] <http://www.infratama.co.id/>
- [4] Trisnaningtyas, Puspa Rizky, Maimunah, *Klasifikasi Mutu Telur Berdasarkan Kebersihan Kerabang Telur Menggunakan K-Nearest Neighbor*, Konferensi Nasional Informatika (KNIF), (2015).
- [5] Wijaya, Tria Adhi, Yudi, Prayudi, *Implementasi Visi Komputer Dan Segmentasi Citra Untuk Klasifikasi Bobot Telur Ayam Ras*, Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2010, GI-G5, ISSN: 1907-5022, (2010).
- [6] 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).
- [7] Ruslianto, Ikhwan, *Klasifikasi Telur Ayam Dan Telur Burung Puyuh Menggunakan Metode Connected Component Analysis*, Jurnal Ilmiah SISFOTENIKA, Vol. 3, No. 1, 41-50, (2013).
- [8] Utami, Yustina Retno Arum, *Pengenalan Telur Berdasarkan Karakteristik Warna Citra*, Jurnal Ilmiah SINUS, Vol. 7, No.2, 1-14, ISSN: 1693-1173, (2009).
- [9] 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).
- [10] 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).
- [11] 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).
- [12] 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).
- [13] Andono, Pulung Nurtantio, *Konsep Pengolahan Citra Digital*, Ed. 1. Yogyakarta: Andi, (2015).
- [14] Kanungo, Tapas., Netanyahu, Nathan S., Wu, Angela Y, *An Efficient k-Means Clustering Algorithm: Analysis and Implementation*, IEEE Transactions On Pattern Analysis And Machine Intelligence, Vol. 24, No. 7, 881-892, (2002).