

ANALISIS ESTIMASI BERAT TELUR AYAM RAS BERDASARKAN MASA PENYIMPANAN MENGGUNAKAN METODE *HISTOGRAM OF ORIENTED GRADIENT* DENGAN KLASIFIKASI *SELF- ORGANIZING MAPS*

ESTIMATION ANALYSIS OF BROILER EGG WEIGHT BASED ON STORAGE PERIOD USING HISTOGRAM OF ORIENTED GRADIENT WITH SELF- ORGANIZING MAPS CLASSIFICATION

Hasna Maharani¹, Efri Suhartono, S.T., M.T.², Prof. Dr. Ir. Sjafril Darana, S.U.³

^{1,2,3} Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹hasnamaharani@student.telkomuniversity.ac.id, ²esuhartono@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Telur ayam ras merupakan salah satu sumber pangan protein hewani yang paling populer dan juga sangat diminati oleh masyarakat, hal ini dikarenakan telur ayam ras memiliki harga yang relatif murah dan mudah diperoleh serta dapat memenuhi kebutuhan gizi dikalangan masyarakat. Telur ayam ras memiliki kandungan yang terdiri dari 64% albumen, 27% kuning telur dan 9% kerabang, kandungan tersebut mempengaruhi bobot atau berat telur yang dihasilkan dari ayam petelur. Akan tetapi kandungan gizi yang terdapat didalam telur tidak selalu baik dan segar, maka dari itu diperlukan deteksi kualitas telur. Kualitas tersebut dapat dilihat salah satunya berdasarkan berat yang dimilikinya, semakin lama penyimpanan telur ayam maka semakin rendah berat yang dimiliki oleh telur ayam.

Pada tugas akhir ini telah dibuat sistem yang dapat menganalisis estimasi berat telur ayam ras berdasarkan waktu penyimpanan telur ayam ras tersebut. Analisis telah dilakukan dengan menggunakan metode HOG (*Histogram Of Oriented Gradient*) dan klasifikasi SOM (*Self-Organizing Maps*). Proses pengujian sistem terdiri dari proses pengujian sistem terhadap citra telur ayam ras hari ke-1 dan terhadap citra telur ayam ras hari ke-10.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan maka diperoleh akurasi 73.3333% dengan waktu komputasi 1.1336 detik untuk pengujian citra telur ayam ras hari ke-1 dan diperoleh akurasi 73.3333% dengan waktu komputasi 1.1866 detik untuk pengujian citra telur ayam ras hari ke-10. Pada penelitian tugas akhir ini, hasil akurasi yang diperoleh dari pengujian citra telur ayam ras hari ke-1 dan hari ke-10 mempunyai hasil akurasi yang sama yaitu sebesar 73.3333%. Waktu komputasi terbaik berada pada saat pengujian citra telur ayam ras hari ke-1 dengan hasil 1.1336 detik.

Kata kunci : Telur, *Histogram Of Oriented Gradient* (HOG), *Self-Organizing Maps* (SOM)

Abstract

Chicken eggs are one of the most popular food sources of animal protein and are also very popular with the community, this is because chicken eggs have a relatively cheap and easily obtained price and can meet nutritional needs among the community. Race chicken eggs have a content consisting of 64% albumen, 27% egg yolk and 9% egg shell, the content affects the weight or weight of eggs produced from laying hens. However, the nutrient content contained in eggs is not always good and fresh, so it is necessary to detect egg quality. The quality can be seen one of them based on the weight they have, the longer the storage of chicken eggs, the lower the weight of chicken eggs.

In this research, a system will be made that can analyze the estimated weight of chicken eggs based on the storage time of the breed chicken eggs. The analysis will be carried out using the HOG (Histogram Of Oriented Gradient) method and SOM (Self-Organizing Maps) classification. The system testing process consists of a system testing process for the image of day 1 race chicken eggs and the image of day 10 race chicken eggs.

Based on the results of tests that have been carried out, the accuracy of 73.3333% is obtained with a computation time of 1.1336 seconds for testing the image of day 1 race chicken eggs and 73.3333% accuracy with a computing time of 1.1866 seconds for testing the image of day 10 race chicken eggs. In this final project, the results of the accuracy obtained from testing the image of the 1st day and 10th day of chicken eggs have the same accuracy, which is 73.3333%. The best computation time is when testing the image of day 1 race chicken eggs with results of 1.1336 seconds.

Keywords: Eggs, *Histogram Of Oriented Gradient* (HOG), *Self-Organizing Maps* (SOM)

1. Pendahuluan

Telur merupakan bahan pangan dengan gizi yang padat, memiliki rasa yang enak, mudah dicerna serta harganya yang relatif murah jika dibandingkan dengan sumber protein hewani lainnya. Telur memiliki kandungan gizi yang lengkap serta mudah diperoleh, oleh sebab itu telur merupakan makanan yang ideal bagi anak-anak, remaja maupun dewasa. Masyarakat tidak perlu khawatir untuk mengkonsumsi telur karena telur berperan sebagai sumber protein yang mengandung asam amino yang sangat dibutuhkan untuk menciptakan masyarakat Indonesia yang cerdas serta sehat. Zat yang dikandung oleh telur berfungsi untuk bahan bakar dalam tubuh serta sebagai zat pengatur maupun zat pembangun [1]. Menurut seorang ahli yang bernama Rose, telur ayam umumnya terdiri dari 64% albumen, 27% kuning telur dan 9% kerabang. Kandungan tersebut mempengaruhi bobot atau berat telur yang dihasilkan dari ayam petelur, ukuran telur sangat bervariasi dikarenakan adanya pengaruh dari berbagai faktor, salah satunya yaitu umur yang dimiliki oleh telur ayam tersebut. Standar Nasional Indonesia menyatakan bahwa telur ayam ras memiliki kriteria dan berat untuk telur ayam ras konsumsi yaitu ekstra besar (lebih dari 60 gram), besar (55-60 gram), sedang (51-55 gram), kecil (46-50 gram) dan ekstra kecil (kurang dari 46 gram). Pada umumnya berat telur ayam ras yang baik memiliki berat sekitar 58,0 gram/butir, berat telur per butir akan mengalami peningkatan 26-50 minggu, setelah ayam berumur lebih dari 50 minggu maka berat telur tidak akan berubah lagi [2]. Berdasarkan latar belakang diatas tersebut, penelitian ini akan menggunakan metode *Histogram Of Oriented Gradient* (HOG) dengan klasifikasi *Self-Organizing Maps* (SOM) yang dapat menganalisis estimasi berat telur ayam ras berdasarkan waktu penyimpanan.

2. Dasar Teori

2.1. Histogram Of Oriented Gradient (HOG)

Histogram Of Oriented Gradient (HOG) merupakan penggambaran fitur (*image processing*) dengan tujuan untuk mendeteksi suatu objek seperti wajah manusia atau deteksi tubuh manusia [4]. Tahap awal pada proses HOG yaitu menghitung nilai *gradient* dalam daerah tertentu suatu citra. Citra akan dibagi menjadi *cells* agar diperoleh informasi pembeda dimana setiap *cells* membentuk histogram dari sebuah *gradient*, membentuk blok dari setiap histogram dan tahap terakhir yaitu melakukan normalisasi pada tiap blok [3].



Gambar 1. Urutan Deteksi Objek Menggunakan HOG [3].

Berdasarkan gambar 2.4 [3], dapat dijelaskan urutan deteksi objek menggunakan HOG. Langkah pertama yaitu menentukan blok dan *cells*, selanjutnya hitung nilai *gradient* untuk memperoleh *edge* di objek. Untuk menghitung nilai *gradient* pada arah horizontal dan vertikal pada umumnya menggunakan 1D *centered derivative mask*. Langkah selanjutnya, menentukan *bin* orientasi untuk proses pembagian citra menjadi beberapa *cell* dimana nilai *cell* ditentukan berdasarkan hasil konvolusi 1D *centered* dari setiap piksel dan *cell* yang kemudian akan membentuk histogram orientasi. Histogram orientasi yang sudah terbentuk sebelumnya, akan membagi beberapa sudut dengan nilai tetap sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan ialah sudut besar sudut setiap *bin* yang didistribusikan oleh 9 *bin* adalah 20° . Kemudian terakhir adalah normalisasi blok dengan tujuan untuk menghindari variasi iluminasi serta kontras pada citra berdasarkan dari nilai *gradient cell* yang berada disekitarnya [5].

2.2. Self-Organizing Maps (SOM)

Pada tahun 1996 Teuvo Kohonen memperkenalkan satu teknik dalam *Neural Network* yang bernama *Self-Organizing Maps* (SOM) atau disebut juga dengan *topology-preserving map*. SOM bertujuan untuk melakukan visualisasi data dengan cara mengurangi dimensi data melalui penggunaan *self-organizing neural networks* sehingga manusia dapat mengerti *high-dimensional* data yang dipetakan dalam bentuk *low-dimensional* data. Metode pembelajaran yang dipakai oleh SOM adalah tanpa bimbingan dari suatu data *input-target* atau *unsupervised learning* yang mengansumsikan sebuah topologi yang terstruktur menjadikan unit-unit kelas/*cluster*. Vektor bobot untuk setiap unit *cluster* pada algoritma SOM berfungsi sebagai contoh dari *input* pola yang terkait dengan *cluster* itu. Selama proses *self-organizing*, *cluster* satuan yang memiliki bobot sesuai dengan pola vektor *input* yang paling dekat maka itulah yang dipilih sebagai pemenang. Hasil kohonen SOM akan menunjukkan adanya kesamaan ciri antar anggota dalam *cluster* yang sama, hal ini terjadi jika setiap *output* akan bereaksi terhadap pola *input* tertentu [6].

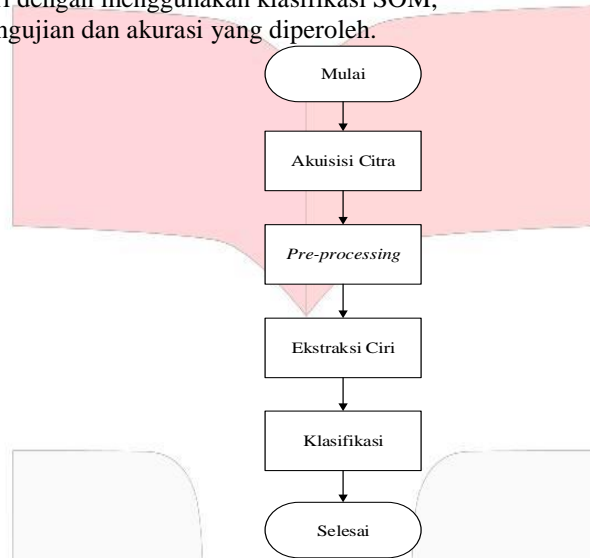
Terdapat 3 topologi yang dapat dibentuk yaitu *gridtop*, *hextop*, dan *randtop*. *Neuron* di sekitar *neuron* pemenang ditentukan berdasarkan jaraknya dari *neuron* pemenang. Ada 4 macam definisi jarak antara 2 *neuron* yaitu *dist*, *linkdist*, *boxdist*, dan *mandist*.

3. Pembahasan

3.1. Perancangan Sistem

Sistematika alur kerja sistem secara garis besar yaitu sebagai berikut:

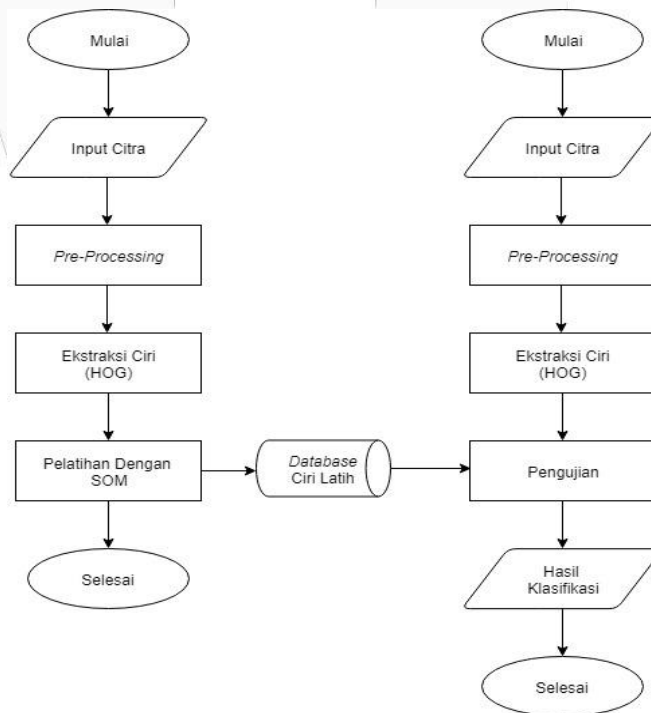
- a. Pengambilan citra telur menggunakan kamera DSLR *Canon EOS 60D* dan keadaan telur ayam ras masih *fresh* (baru dikeluarkan oleh induk ayam),
- b. Penyimpanan *file* telur dengan format *.jpg*,
- c. *Pre-processing* citra dengan pengolahan citra digital yang meliputi operasi *ycbcr*, *canny edge detection*, *mask*, *resize* dan *grayscale*.
- d. Ekstraksi ciri dengan menggunakan metode HOG,
- e. Menganalisis ciri dengan menggunakan klasifikasi SOM,
- f. Analisis hasil pengujian dan akurasi yang diperoleh.



Gambar 2. Diagram Blok Sistem

3.2. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak dibagi menjadi dua tahap yaitu tahap pelatihan dan tahap pengujian, masing-masing tahapan dapat dilihat pada gambar 3 yang ada dibawah ini:



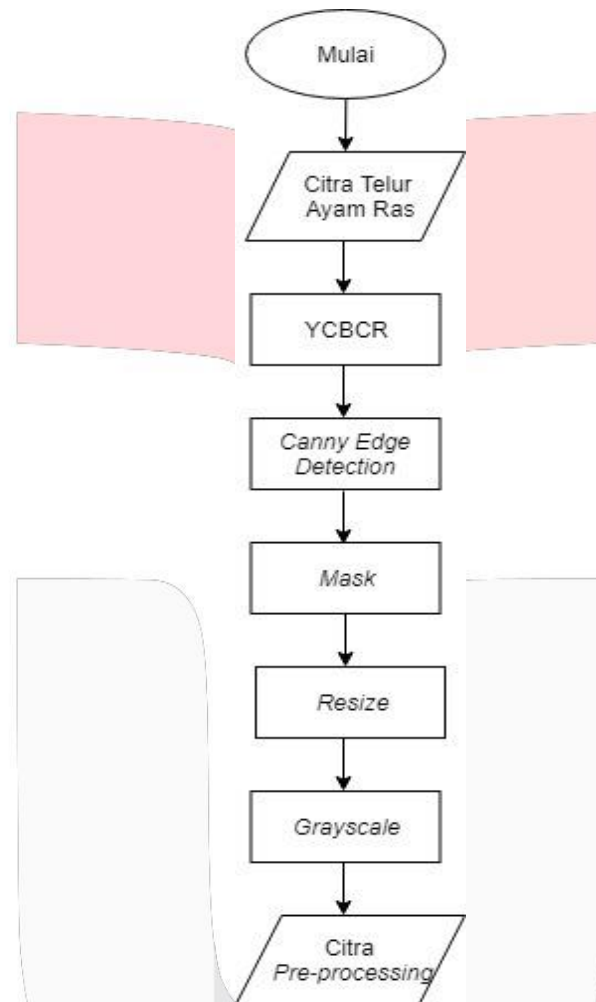
Gambar 3. Flowchart Pelatihan Dan Pengujian

3.3. Akuisisi Citra

Akuisisi citra merupakan bagian tahap awal untuk mendapatkan citra digital yang digunakan sebagai data latih dan data uji. Dalam proses akuisisi citra penulis menggunakan objek berupa telur ayam ras yang masih *fresh* (baru dikeluarkan oleh induk ayam) dan citra diambil menggunakan kamera DSLR *Canon EOS 60D* dengan posisi pengambilan gambar dari atas.

3.4. Pre-Processing

Pre-processing akan menentukan bagian citra yang akan diobservasi serta meningkatkan kualitas citra baik dalam kontras maupun dalam kecerahan. Adapun tahapan proses *pre-processing* sebagai berikut :



Gambar 4. Diagram Alir *Pre-processing*

Tahapan *pre-processing* diawali dengan *ycbcr*, selanjutnya *canny edge detection* yang berfungsi untuk mengurangi noise sebelum melakukan perhitungan deteksi tepi, setelah proses *canny edge detection* maka dilakukan *mask* yang bertujuan untuk menyembunyikan atau menutupi suatu objek dengan objek yang lainnya, setelah melakukan *mask* maka dilakukan *resize* pada ukuran citra agar tidak menghabiskan waktu yang lama saat proses komputasi, proses terakhir yaitu citra RGB diubah menjadi *grayscale*.

3.5. Ekstraksi Ciri *Histogram Of Oriented Gradient (HOG)*

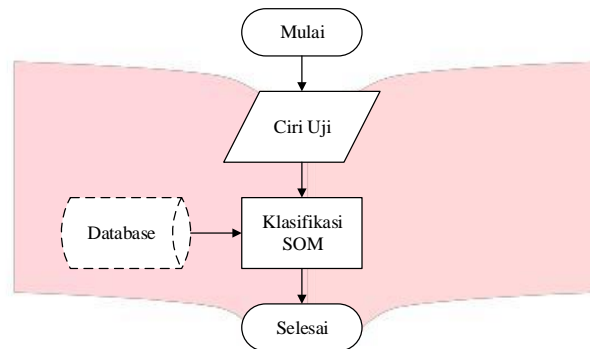
Ekstraksi ciri ini dilakukan pengambilan ciri bentuk citra untuk melakukan pengenalan objek dengan menggunakan metode HOG. Analisis yang digunakan pada penelitian ini dengan memperhatikan parameter *cell size* dan *block size*.

Ada beberapa proses pada metode ini yaitu menentukan nilai *magnitude* dan orientasi berdasarkan nilai gradien secara horizontal dan vertikal, setelah itu dilakukan voting histogram sesuai dengan pembagian nilai *bins*-nya dalam rentang 0°-180°. Setelah dilakukan perhitungan histogram untuk setiap *cell* selanjutnya dilakukan penggabungan histogram untuk seluruh *cell* dalam satu *block*. Hasil penggabungan tersebut dinormalisasi dan setiap *block* yang saling bertetangga dapat dijumlahkan dalam berbagai cara (*overlapping*) sehingga tidak menutup

kemungkinan bahwa akan ada *cell* yang muncul pada *block* yang berbeda. Kemudian akan diproses menggunakan *Self-Organizing Maps* (SOM).

3.6. Klasifikasi *Self-Organizing Maps* (SOM)

Metode klasifikasi yang digunakan adalah SOM, dengan diagram alir sebagai berikut :



Gambar 5. Proses Tahapan Klasifikasi SOM

Metode klasifikasi SOM adalah langkah terakhir dalam menentukan kelas dari objek yang diteliti. Dimana masukan dari SOM adalah vektor ciri dan keluaran berupa kelas atau identitas dari data yang diuji.

Analisis yang dilakukan pada penelitian tugas akhir ini dibedakan berdasarkan topologi dan jarak. Topologi yang diuji adalah *hextop*, *gridtop*, dan *randtop*. Sedangkan untuk pengujian jarak menggunakan *linkdist*, *dist*, *mandist*, dan *boxdist*.

3.7. Performansi Sistem

Untuk mengevaluasi performansi sistem dilakukan pengujian sistem terhadap data uji untuk menganalisis estimasi berat telur ayam ras.

a. Akurasi Sistem

Akurasi adalah ukuran ketepatan sistem dalam mengenali masukan yang diberikan sehingga menghasilkan keluaran yang benar. Secara sistematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Jumlah Data Benar}}{\text{Jumlah Data Keseluruhan}} \times 100\% \quad (1)$$

b. Waktu Komputasi

Waktu komputasi merupakan waktu yang dibutuhkan oleh sistem untuk melakukan suatu proses. Adapun secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\text{Waktu Komputasi} = \text{Waktu Selesai} - \text{Waktu mulai} \quad (2)$$

4. Pengujian Sistem Dan Analisis

4.1. Hasil Pengujian Citra Telur Ayam Ras Hari Ke-1

4.1.1 Hasil Pengujian Parameter HOG

Pengujian sistem pertama adalah dengan menggunakan parameter yang terdapat pada ekstraksi ciri HOG yaitu *cell size*, *block size* dan *numbin*. *Cell size* yang digunakan saat pengujian berukuran 2x2, 4x4, 32x32 dan 64x64. *Block size* yang digunakan 2x2, 4x4 dan 16x16 dengan *numbin* 9.

Tabel 1. Hasil Pengujian *Cell Size*

Cell Size	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (s)
2x2	50	1.4424
4x4	50	1.4288
32x32	46.67	1.9407
64x64	56.67	1.4454

Dari tabel 1 bahwa *cell size* 64x64 memiliki hasil akurasi tertinggi yaitu sebesar 56.67% dengan waktu komputasi 1.4454 detik. *Cell size* yang melebihi 64x64 *pixel* tidak menghasilkan banyak informasi bentuk, dan *cell size* yang lebih kecil dapat mengkodekan banyak informasi sehingga meningkatkan dimensi pada vector HOG.

Tabel 2. Hasil Pengujian *Block Size*

<i>Block Size</i>	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (s)
2x2	60	1.9141
4x4	56.67	1.4375
16x16	53.333	1.4572

Tabel 2 menunjukkan hasil akurasi terbaik dari parameter *block size* ditunjukkan pada *block size* dengan ukuran 2x2, yang mempunyai hasil akurasi sebesar 60%. Waktu komputasi tercepat pada *block size* 4x4 sebesar 1.4375 detik. *Block size* yang memiliki ukuran lebih kecil daripada *cell size* akan membantu menekan perubahan iluminasi dari ciri HOG [4].

Tabel 3. Hasil Pengujian *Numbins*

<i>Numbins</i>	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (s)
9	70	1.3401
12	63.3333	1.3634
15	53.3333	1.4332

Tabel 3 menunjukkan hasil akurasi dari pengujian *numbin*, hasil akurasi tertinggi berada di bin 9 sebesar 70% dengan waktu komputasi 1.3401 detik. Hal ini dikarenakan pembagian 9 *channel* pada sistem lebih optimal untuk vector orientasi ciri HOG pada setiap kelasnya jika dibandingkan dengan nilai bin yang diujikan [4].

4.1.2 Hasil Pengujian Klasifikasi SOM

Pengujian sistem pada klasifikasi SOM menggunakan fungsi topologi *gridtop*, *hextop* dan *randtop* serta menggunakan fungsi jarak *linkdist*, *dist*, *mandist* dan *boxdist*.

Tabel 4. Hasil Pengujian Klasifikasi SOM

Topologi	Jarak	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (s)
<i>Hextop</i>	<i>Linkdist</i>	70	1.1581
<i>Gridtop</i>		73.3333	1.1336
<i>Randtop</i>		60	1.2194
<i>Hextop</i>	<i>Dist</i>	63.3333	1.2149
<i>Gridtop</i>		73.3333	1.1500
<i>Randtop</i>		63.3333	1.1432
<i>Hextop</i>	<i>Mandist</i>	63.3333	1.1339
<i>Gridtop</i>		66.6667	1.1346
<i>Randtop</i>		70	1.1441
<i>Hextop</i>	<i>Boxdist</i>	63.3333	1.3346
<i>Gridtop</i>		70	1.1342
<i>Randtop</i>		73.3333	1.1371

Berdasarkan tabel 4 tingkat akurasi terbaik pada sistem yaitu 83.3333% dengan menggunakan topologi *gridtop* dan waktu komputasi tercepat 1.1336 detik dengan menggunakan jarak *linkdist*. Hal ini dikarenakan

topologi yang memiliki bentuk beraturan memiliki bobot yang tinggi. Sedangkan pada fungsi jarak, yang memiliki neuron tetangga disekitar neuron pemenang memiliki bobot yang tinggi.

4.2. Hasil Pengujian Citra Telur Ayam Ras Hari Ke-10

4.2.1. Hasil Pengujian Parameter HOG

Cell size yang digunakan pada pengujian sistem ini yaitu *cell size* 2x2, 4x4, 32x32 dan 64x64 dengan *block size* 2x2, 4x4 dan 8x8 serta *numbin* 9, 12 dan 15. Berikut hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 5, tabel 6 dan tabel 7.

Tabel 5. Hasil Pengujian *Cell Size*

<i>Cell Size</i>	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (s)
2x2	50	1.2261
4x4	50	1.1482
32x32	40	1.1523
64x64	50	1.1261

Berdasarkan tabel 5 menunjukkan hasil akurasi dan waktu komputasi terhadap pengujian pengaruh *cell size*. Hasil akurasi tertinggi berada di *cell size* 2x2, 4x4 dan 64x64 sebesar 50% dengan waktu komputasi yang berbeda-beda. Waktu komputasi tercepat berada di *cell size* 64x64 sebesar 1.1261 detik.

Tabel 6. Hasil Pengujian *Block Size*

<i>Block Size</i>	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (s)
2x2	46.6667	1.1258
4x4	76.6667	1.1342
8x8	43.3333	1.1452

Tabel 6 menunjukkan hasil akurasi tertinggi berada di *block size* 4x4 dengan nilai sebesar 76.6667%. Akurasi terkecil berada di *block size* 8x8 karena jika jumlah *block size* yang besar maka akan mengurangi kemampuan untuk menangkap perubahan iluminasi. Mengurangi *block size* membantu sistem menangkap perbedaan pixel [4]. Hasil waktu komputasi tercepat berada di *block size* 2x2 dengan waktu komputasi sebesar 1.1258 detik. Besarnya jumlah *pixel* pada *block size* maka semakin besar waktu komputasinya [4].

Tabel 7. Hasil Pengujian *Numbins*

<i>Numbins</i>	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (s)
9	70	1.2783
12	56.6667	1.1330
15	63.3333	1.3043

Tabel 7 menunjukkan grafik hasil pengujian akurasi pada parameter *numbin*. *Numbin* 9 dan 12 menghasilkan akurasi sebesar 70% dengan waktu komputasi tercepat berada pada *numbin* 12 sebesar 1.1330 detik. Dikarenakan pembagian 9 *channel* pada sistem lebih optimal untuk vector orientasi ciri HOG pada setiap kelasnya jika dibandingkan dengan nilai bin yang diujikan

4.2.2. Hasil Pengujian Parameter Klasifikasi SOM

Pada pengujian sistem ini dilakukan pengujian kombinasi pada fungsi jarak dan topologi untuk mengetahui parameter SOM terhadap akurasi dan waktu komputasi dengan menggunakan parameter terbaik pada skenario sebelumnya. Hasil pengujian ini dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pengujian Klasifikasi SOM

Topologi	Jarak	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (s)
<i>Hextop</i>	<i>Linkdist</i>	66.6667	1.8054
<i>Gridtop</i>		73.3333	1.7268
<i>Randtop</i>		70	1.2562
<i>Hextop</i>	<i>Dist</i>	73.3333	1.4435
<i>Gridtop</i>		73.3333	1.2633
<i>Randtop</i>		66.6667	1.2453
<i>Hextop</i>	<i>Mandist</i>	66.6667	1.2000
<i>Gridtop</i>		73.3333	1.2170
<i>Randtop</i>		53.3333	1.5138

<i>Hextop</i>	<i>Boxdist</i>	70	1.7622
<i>Gridtop</i>		73.3333	1.1866
<i>Randtop</i>		66.6667	1.5502

Berdasarkan tabel 8 tingkat akurasi terbaik pada sistem yaitu 73.3333% dengan menggunakan topologi *gridtop* dan waktu komputasi tercepat 1.1866 detik dengan menggunakan jarak *boxdist*. Hal ini dikarenakan topologi yang memiliki bentuk beraturan memiliki bobot yang tinggi. Sedangkan pada fungsi jarak, memiliki *neuron* tetangga disekitar *neuron* pemenang yang memiliki bobot berubah [4].

5.1. Simpulan Dan Saran

5.1. Simpulan

Dari hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada sistem analisis estimasi berat telur ayam ras berdasarkan masa penyimpanan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Sistem sudah mampu menganalisis estimasi berat telur ayam ras berdasarkan masa penyimpanan menggunakan metode *Histogram Of Oriented Gradient* (HOG) dan klasifikasi *Self-Organizing Maps* (SOM) dengan jumlah data uji 30 citra pada hari ke-1 dan 30 citra pada hari ke-10 diperoleh tingkat akurasi 73.3333% dengan waktu komputasi 1.1336 detik untuk pengujian citra hari ke-1 dan tingkat akurasi 73.3333% dengan waktu komputasi 1.1866 detik untuk pengujian citra hari ke-10.
- Parameter *Histogram Of Oriented Gradient* yang dapat mengoptimalkan sistem pada saat pengujian sistem citra telur hari ke-1 yaitu *cell size* 64×64 dengan akurasi sebesar 56.67% dengan waktu komputasi 1.4456 detik. Untuk parameter *block size* digunakan *block* 2×2 dan *numBins* terbaik pengujian yaitu menggunakan bin 9 dengan tingkat akurasi 70%.
- Parameter *Histogram Of Oriented Gradient* yang dapat mengoptimalkan sistem pada saat pengujian sistem citra telur hari ke-10 yaitu *cell size* 64×64 dengan akurasi sebesar 50% dengan waktu komputasi 1.1261 detik. Untuk parameter *block size* digunakan *block* 4×4 dan *numBins* terbaik pengujian yaitu menggunakan bin 9 dengan tingkat akurasi 70%.
- Parameter klasifikasi *Self-Organizing Maps* (SOM) yang optimal saat pengujian citra telur ayam ras hari ke-1 menggunakan topologi *gridtop* dengan fungsi jarak *linkdist* mendapatkan hasil akurasi 73.3333% dengan waktu komputasi 1.1336 detik.
- Parameter klasifikasi *Self-Organizing Maps* (SOM) yang optimal saat pengujian citra telur ayam ras hari ke-1 menggunakan topologi *gridtop* dengan fungsi jarak *boxdist* mendapatkan hasil akurasi 73.3333% dengan waktu komputasi 1.1866 detik.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan, sistem analisis estimasi berat telur ayam ras berdasarkan masa penyimpanan dapat dikembangkan untuk penelitian selanjutnya dan direkomendasikan sebagai berikut:

- Proses akuisisi citra yang lebih optimal,
- Menggunakan tahap *preprocessing* lain yang lebih baik agar mendapatkan bentuk informasi yang lebih baik pada tahap ekstraksi ciri,
- Menggunakan metode ekstraksi ciri yang berbeda untuk menganalisis berat telur ayam ras berdasarkan masa penyimpanan agar dapat dibandingkan metode mana yang lebih baik,
- Membuat aplikasi di sistem android,
- Perbanyak jumlah citra latihan pada tiap kelas metode dan klasifikasi agar dapat mengenali citra uji lebih baik lagi.

Daftar Pustaka:

- [1] Kesehatan, Kementrian; Pertanian, Kementrian, Telur Sumber Makanan Bergizi, Jakarta, 2010.
- [2] S. Peternakan, 9 August 2017. [Online]. Available: <http://kamicintapeternakan.blogspot.com/2017/08/standar-bobot-telur-ayam.html>. [Accessed 7 September 2018].
- [3] H. Nur Afina, Identifikasi Pola Enamel Gigi Menggunakan Metode Histogram Of Oriented Gradient (HOG) Dan Self-Organizing Maps (SOM) Sebagai Aplikasi Di Bidang Forensik Kedokteran Gigi, Bandung : Fakultas Teknik Elektro Telkom University, 2018.
- [4] "VoCAL," 24 April 2015. [Online]. Available: <https://www.vocal.com/video/histogram-of-oriented-gradients-hog-for-object-detection/>. [Accessed 20 September 2018].
- [5] N. Hafid El Muhsyii, Deteksi Kualitas Telur Ayam Ras Konsumsi Menggunakan Metode Histogram Of Oriented Gradient Dengan Klasifikasi Learning Vector Quantization Berbasis Android, Bandung: Universitas Telkom Teknik Telekomunikasi, 2018.
- [6] B. Nusantara University, "School Of Computer Science," 20 March 2017. [Online]. Available: <http://socs.binus.ac.id/2017/03/20/self-organizing-map-som/>. [Accessed 21 September 2018].

