

DETEKSI KUALITAS TELUR, FERTILITAS BESERTA UKURAN TELUR BERBASIS KAMERA UNTUK OTOMATISASI PENYORTIRAN TELUR

¹Carissa Yohana Haria, ²Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT, ³Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST., MT
Institut Teknologi Nasional, Malang, Indonesia

¹carissa_yohana@yahoo.com, ²kngsomawirata@yahoo.com, ³aryuanto@gmail.com

Abstract — Salah satu kegiatan penting yang dilakukan oleh peternak ayam baik dalam proses penetasan telur maupun penjualan telur ke pedagang adalah menyortir. Hal ini dilakukan untuk memisahkan telur berdasarkan kondisinya dan ukurannya. Namun pada kenyatannya, penyortiran masih menggunakan cara manual. Sehingga peternak ayam masih kesulitan dalam menyortir telur untuk skala besar, seperti masih banyak terjadi kesalahan dikarenakan setiap orang memiliki kemampuan yang berbeda-beda dalam melakukan penyortiran, memerlukan banyak tenaga kerja, baik untuk proses penetasan telur maupun untuk telur yang akan dijual, serta setiap orang memiliki perbedaan dalam mengkategorikan setiap ukuran. Dikarenakan masih banyak kesalahan serta lamanya waktu yang di perlukan dalam proses penyortiran akan membuat kerugian yang semakin besar, sehingga diperlukan sebuah alat yang mampu melakukan penyortiran telur secara otomatis sehingga dapat membantu para peternak ayam dalam mensortir telur untuk proses penetasan maupun menyortir ukuran telur yang akan dijual.

Pada penelitian ini dirancang suatu sistem otomatisasi penyortiran telur untuk mendeteksi kualitas telur, fertilitas beserta ukuran telur. Sistem ini menggunakan *library OpenCV* dan diproses pada *Raspberry Pi 3 Model B*.

Dari hasil pengujian secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa proses pendeteksian objek (telur) menggunakan metode *len contours* memerlukan waktu 2-3 detik, ketika posisi kamera telah menyala.

Kata Kunci : Sortasi, Deteksi, Pengolahan Citra, *Raspberry Pi 3, OpenCV*.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Salah satu kegiatan penting yang dilakukan oleh peternak ayam baik dalam proses penetasan telur maupun penjualan telur ke pedagang adalah menyortir. Hal ini dilakukan untuk memisahkan telur berdasarkan kondisinya dan ukurannya. Secara umum kondisi telur dapat digolongkan menjadi tiga, yaitu kondisi telur didalamnya terdapat embrio (*fertile*), *infertile*, dan rusak (busuk)[Khabibulloh, M. A., A. Kusumawardhani, D. Y. Pratama, 2012]. Pengelompokan ketiga kondisi telur ini dimaksudkan untuk memudahkan dalam memisahkan antara telur yang dapat ditetaskan (*fertile*), telur tidak dapat ditetaskan (telur rusak) dan telur bagus yang dapat dikonsumsi (*infertile*)[Khabibulloh, M. A., A. Kusumawardhani, D. Y. Pratama, 2012]. Sedangkan pengkategorian telur berdasarkan ukuran dimaksudkan

untuk mengetahui kuantitas telur per kilogramnya. Semakin kecil ukuran telur maka kuantitas dalam satu kilogram telur akan lebih banyak dari pada telur yang berukuran besar [Sidiq, S. A, Irmawati, Dessy, 2016].

Namun pada kenyatannya, penyortiran masih menggunakan cara manual dengan cara memeriksa telur satu per satu, sehingga menyulitkan peternak ayam dalam menyortir telur untuk skala besar. Cara ini tentunya akan menyebabkan banyak terjadi kesalahan dikarenakan setiap orang memiliki kemampuan yang berbeda-beda dalam melakukan penyortiran dan mengkategorikan setiap ukuran. Selain itu penyortiran secara manual memerlukan banyak tenaga kerja, baik untuk proses penetasan telur maupun untuk telur yang akan dijual. Dikarenakan masih banyak kesalahan serta lamanya waktu yang di perlukan dalam proses penyortiran akan membuat kerugian yang semakin besar, sehingga diperlukan sebuah alat yang mampu mendeteksi serta melakukan penyortiran telur secara otomatis sehingga dapat membantu para peternak ayam dalam menyortir telur untuk proses penetasan maupun menyortir ukuran telur yang akan dijual.

Beberapa landasan penelitian yang berhubungan dengan teknik pendeteksian telur dan sistem *image processing* yang telah dilakukan sebelumnya antara lain jurnal [Khabibulloh, M. A., A. Kusumawardhani, D. Y. Pratama, 2012], [Sidiq, S. A, Irmawati, Dessy, 2016], [Sancoko, R.A.A., dan E.Puspita, 2011], [Sugihartono, Aries, 2016]. Referensi sebelumnya mempunyai kelemahan hanya mengimplementasi 1 atau 2 sistem deteksi, menggunakan komputer untuk mengolah data serta menggunakan *software* matlab atau *microsoft visual basic*, sistem deteksi embrio dan kualitas telur hanya sebatas berbasis kamera belum sampai otomatisasi penyortiran telur. Untuk itu pada tugas akhir ini memiliki tujuan untuk merancang sebuah sistem yang dapat mengimplementasikan 3 sistem deteksi yaitu deteksi kualitas telur, fertilitas beserta ukuran telur berbasis kamera, serta merancang sebuah sistem otomatisasi penyortiran telur menggunakan *opencv* dan mikrokontroler *Raspberry Pi*.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, telah diambil permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana cara mendeteksi kualitas telur, fertilitas beserta ukuran telur berbasis kamera.

2. Bagaimana cara merancang sistem otomatisasi penyortiran telur untuk mendeteksi kualitas telur, fertilitas beserta ukuran telur.

C. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari pembuatan rancangan sistem deteksi ini untuk menjelaskan dalam proses yang akan dibangun ataupun dihasilkan. Adapun tujuannya sebagai berikut:

1. Dapat mengimplementasikan 3 sistem deteksi yaitu deteksi kualitas telur, fertilitas beserta ukuran telur untuk otomatisasi penyortiran telur.
2. Untuk mempermudah para peternak ayam dalam menyortir telur.

Manfaat dari pembuatan rancangan sistem deteksi ini untuk menjelaskan fungsi sistem yang akan dibangun ataupun dihasilkan. Adapun manfaatnya sebagai berikut:

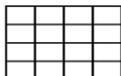
1. Dapat mendeteksi busuk atau bagusnya kualitas telur secara otomatis.
2. Dapat mendeteksi ada atau tidaknya embrio dalam telur secara otomatis.
3. Dapat mendeteksi ukuran secara otomatis.
4. Dapat memisahkan telur berdasarkan kualitas, fertilitas beserta klasifikasi ukuran secara otomatis.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Citra Digital

Citra digital adalah suatu matriks yang elemen-elemennya menyatakan tingkat keabuan dari elemen gambar, jadi informasi yang terkandung bersifat diskrit. Atau sebuah larik (array) dua dimensi yang berisi nilai-nilai real maupun kompleks yang direpresentasikan dengan deretan bit tertentu.

Kumpulan titik yang dinamakan piksel adalah yang membentuk citra digital. Setiap piksel digambarkan sebagai satu kotak kecil. Setiap piksel mempunyai koordinat posisi. Sistem koordinat yang dipakai untuk menyatakan citra digital ditunjukkan di Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Sistem Koordinat Citra Berukuran M x N (M Baris, N Kolom)

Dengan sistem koordinat yang mengikuti asas pemindaian pada layar TV standar itu, sebuah piksel mempunyai koordinat berupa (x,y). Dalam hal ini, x menyatakan posisi kolom, dan y menyatakan posisi baris. Piksel pojok kiri-atas mempunyai koordinat (0,0) dan piksel pada pojok kanan-bawah mempunyai koordinat (M-1,N-1) [5].

B. Citra Bergerak

Rangkaian citra diam yang ditampilkan secara berurutan (sekuensial) sehingga memberikan kesan pada mata sebagai gambar yang bergerak merupakan pengertian dari citra bergerak. Setiap citra dalam rangkaian tersebut disebut frame. Pengertian lain dari citra bergerak adalah video yang memiliki satuan *Frame per Second* (FPS). Semakin banyak *frame* per detik maka semakin baik kualitas video yang dihasilkan dan

begitu pula sebaliknya semakin sedikit *frame* per detik maka video yang dihasilkan kurang memuaskan. Gambar-gambar yang tampak pada film layar lebar atau televisi pada hakekatnya juga terdiri atas ratusan atau ribuan citra atau gambar [6].

C. Pengolahan Citra Digital

Teknik manipulasi citra secara digital yang khususnya menggunakan komputer, menjadi citra lain yang sesuai untuk digunakan dalam aplikasi tertentu merupakan pengertian dari pengolahan citra. Operasi pengolahan citra digital umumnya dilakukan dengan tujuan memperbaiki kualitas suatu gambar sehingga dapat dengan mudah diinterpretasikan oleh mata manusia dan untuk mengolah informasi yang ada pada suatu gambar untuk kebutuhan identifikasi objek secara otomatis [7].

Untuk mengekstrak dan memanipulasi suatu citra menjadi citra keluaran yang dibutuhkan, maka diperlukan operasi atau proses yaitu pengolahan citra. Beberapa teknik dipakai dalam mengolah sebuah citra, yaitu *grayscale*, *thresholding*, *double thresholding*, morfologi citra, *find contours*, *bounding box*, *euclidean distance*.

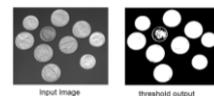
1) *Grayscale*: Proses perubahan citra yang awalnya berwarna (*true color*) menjadi citra keabuan (*grayscale*) seperti Gambar 2.2 merupakan pengertian dari *grayscale*. Perubahan gambar ke dalam bentuk *grayscale* ini dilakukan dengan mengambil nilai *pixel* dari satu gambar masukan kemudian dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut[8]:

$$Grayscale = \frac{(R + G + B)}{3} \quad (1)$$



Gambar 2.2 Konversi RGB ke Grayscale

2) *Thresholding*: *Thresholding* adalah proses mengubah citra berderajat keabuan menjadi citra biner atau hitam putih sehingga dapat diketahui daerah mana yang termasuk objek dan background dari citra secara jelas seperti pada Gambar 2.3 [9].



Gambar 2.3 Teknik Thresholding

3) *Double Thresholding*: Gambar biner dapat dihasilkan dengan *double thresholding* yaitu dengan *low thresholding* (T1) dan *high thresholding* (T2), proses ini memiliki ambang *double* untuk menyempurnakan dari proses *non-maximum suppression* dengan nilai *pixel* hitam (0) dan putih (255) [10].

4) *Morfologi Citra*: Teknik pengolahan citra berdasarkan bentuk segmen citra yang bertujuan untuk mengubah bentuk objek pada citra asli. Proses tersebut dapat dilakukan pada citra *grayscale* maupun citra biner. Inti operasi morfologi melibatkan dua larik *pixel*. Larik pertama berupa citra yang akan dikenai operasi morfologi, sedangkan larik kedua dinamakan sebagai *kernel* atau *structuring element* (elemen

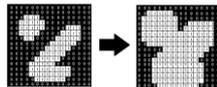
penstruktur). Secara berurutan, persamaan yang digunakan untuk masing-masing operasi seperti Gambar persamaan 2.4, berikut [11]:

$$\begin{aligned}
 A \oplus B & \dots (1) \\
 A \ominus B & \dots (2) \\
 A \cdot B & = (A \oplus B) \ominus B \dots (3) \\
 A \cdot B & = (A \ominus B) \oplus B \dots (4)
 \end{aligned}$$

Gambar 2.4 Persamaan yang Digunakan untuk Dilasi (1), Erosi (2), Closing (3) dan Opening (4)

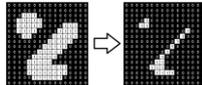
Ada beberapa jenis operasi morfologi di antaranya, yaitu sebagai berikut:

- 1) **Dilasi**: Dilasi adalah teknik untuk memperbesar segmen objek (citra biner) dengan menjadi titik latar (0) yang bertetangga dengan titik objek (1) menjadi titik objek (1) atau dengan menambah lapisan disekeliling objek atau, seperti Gambar 2.5 dibawah ini [11]:



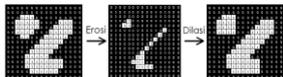
Gambar 2.5 Operasi Morfologi – Dilasi

- 2) **Erosi**: Erosi atau pengikisan adalah kebalikan dari dilasi yaitu teknik yang bertujuan untuk memperkecil segmen objek (citra biner) dengan menjadi titik objek (1) yang bertetangga dengan titik latar (0) menjadi titik latar (0) atau dengan mengikis tepi objek. Atau, seperti Gambar 2.6 dibawah ini [11]:



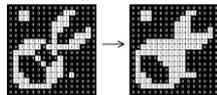
Gambar 2.6 Operasi Morfologi – Erosi

- 3) **Opening**: Opening adalah proses erosi yang diikuti dengan dilasi. Dimulai dengan melakukan erosi pada citra kemudian hasil tersebut kembali dilakukan erosi. Opening biasanya digunakan untuk menghilangkan objek-objek kecil dan kurus serta dapat membuat tepi citra lebih smooth (untuk citra berukuran besar), seperti Gambar 2.7 dibawah ini [11]:



Gambar 2.7 Operasi Morfologi – Opening

- 4) **Closing**: Closing merupakan kebalikan dari opening. Dimana citra terlebih dahulu dilakukan dilasi yang kemudian dilanjutkan dengan erosi. Closing bertujuan untuk mengisi lubang kecil pada objek, menggabungkan objek yang berdekatan, seperti gambar 2.8 dibawah ini [12]:



Gambar 2.8 Operasi Morfologi – Closing

D. Find Contours

Garis kurva yang berhubungan dengan titik yang lainnya yang bersambung sepanjang tepi, yang memiliki warna atau intensitas yang sama merupakan pengertian dari kontur. Kontur berguna sebagai *tools* untuk analisis bentuk bangun dan deteksi serta pengenalan objek. Pada

saat ingin mencari kontur suatu objek, maka objek yang sebelumnya sudah di *load* pada OpenCV harus ditransform terlebih dahulu menjadi *grayscale* serta diatur *threshold*-nya karena dalam OpenCV, menemukan kontur seperti menemukan objek putih dalam *background* hitam sehingga objek yang ingin dicari konturnya harus ditransform terlebih dahulu menjadi citra *grayscale* [13]. Adapun pada OpenCV untuk menemukan kontur telah disediakan fungsi *findContours* yang terdapat dalam *library cv2*, seperti pada Gambar 2.9 berikut:



Gambar 2.9 Teknik Find Contours

Dalam dokumentasinya, fitur – fitur yang ada dalam deteksi kontur yaitu [13]:

- **Moments**
Fitur dalam kontur yang dapat digunakan untuk mencari titik berat dari sebuah kontur (*centroid*), dimana nilai akan diperoleh nilai *cx* dan *cy* untuk dapat digunakan mencetak titik berat merupakan pengertian dari *moments*. Adapun pada OpenCV untuk menemukan *moments* telah disediakan fungsi yaitu *cv2.circle()*.
- **Contour Approximation**
Contour Approximation berfungsi untuk memperkirakan bentuk sebuah kontur dengan bentuk lain. Misalnya ketika kita ingin menemukan kontur trapesium, namun karena kualitas gambar yang buruk, bentuk trapesium yang kita dapat tidak sempurna, sehingga dengan fungsi ini dapat digunakan untuk menyesuaikan objek yang ingin kita temukan terutama jika objek yang ingin kita temukan memiliki bentuk yang rumit seperti halnya bentuk tubuh manusia.

E. Bounding Box

Garis yang berbentuk persegi empat mengelilingi objek merupakan pengertian dari *bounding box*, seperti pada Gambar 2.10. Pengertian lain *bounding box* menurut sumber dari jurnal [9], yaitu nilai titik terjauh sumbu (*x,y*) dari proses deteksi tepi dan kontur, sehingga dari nilai titik terjauh tersebut akan terbentuk garis kotak yang mengelilingi objek citra. *Bounding box* ini memiliki fungsi untuk menandai objek yang sudah dideteksi. Proses *bounding box* ini menggunakan fungsi *regionprops* [13].



Gambar 2.10 Bounding Box

F. Euclidean Distance

Dasar untuk menentukan suatu posisi dari informasi jarak pada 2 buah titik spasial dalam bentuk koordinat pada *Euclidean Space* merupakan pengertian dari *Euclidean Distance*. Euclidean Distance dapat dirumuskan pada persamaan 2 sebagai berikut:

$$ED_{(x,y)} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i + y_i)^2} \quad (2)$$

Euclidean Distance diperoleh dari akar jumlah selisih titik koordinat x dan y dipangkatkan dengan 2 [14].

G. Bahasa Pemrograman Python

Python adalah bahasa pemrograman yang *freeware* atau perangkat bebas berorientasi obyek yang mampu melaksanakan eksekusi multi guna secara langsung (interpretatif multiguna) dengan menggunakan semantik dinamis sebagai filosofi perancangan yang memberikan tingkat keterbacaan kode [15] dan tidak memiliki batasan dalam penyalinannya atau mendistribusikannya secara lengkap *debugger* dan *profiler*, *source codenya*, *interface* yang terkandung di dalamnya untuk pelayanan antarmuka, fungsi sistem, basis datanya, dan GUI (antarmuka pengguna grafis) (Triasanti, 2010).

H. OpenCV

Sebuah API (*Application Programming Interface*) library atau sebuah *open source library* yang sudah sangat familiar pada pengolahan citra menggunakan *Computer Vision* merupakan pengertian dari OpenCV (*Open Computer Vision*). Sebuah teknik pembelajaran yang menganalisa gambar dan video secara visual sebagaimana mata manusia bekerja merupakan definisi lain dari *Computer Vision* atau disebut visualisasi komputer. Visual yang terlihat oleh mata manusia akan diteruskan ke otak untuk diinterpretasikan sehingga objek yang tampak dapat dimengerti. Hasil dari interpretasi ini digunakan sebagai dasar dalam tindakan selanjutnya, misalnya berbelok arah, atau menyimpulkan sesuatu [12].

I. Sortasi

Proses memisahkan suatu objek berdasarkan kategori yang diinginkan dapat diartikan sortasi. Definisi lain dari sortasi yaitu pemisahan suatu bahan beberapa himpunan berdasarkan fisik yang berupa kadar air, ukuran, bentuk, berat, warna, tekstur, jenis, dan benda asing. Berdasarkan fraksi kimia seperti komposisi aroma dan rasa ketengikan. Serta berdasarkan keadaan biologisnya seperti kerusakan, jenis dan banyaknya mikroba [9].

Sortasi memiliki fungsi yaitu dapat memudahkan dan meningkatkan proses produksi untuk kebutuhan produsen dan konsumen.

J. Conveyor

Sebuah sistem mekanik yang berfungsi untuk memindahkan atau alat untuk mengangkut barang dari satu tempat ke tempat lain merupakan pengertian dari *conveyor*. Adapun manfaat dari *conveyor* yaitu mempunyai nilai ekonomis dalam pendistribusian suatu barang dibanding dengan manusia, dapat memobilisasi barang dalam jumlah yang banyak dan kontinyu dari satu tempat menuju tempat lain. Pada umumnya *conveyor* sering digunakan pada perindustrian untuk pendistribusian barang dalam jumlah yang banyak dan berkelanjutan [5].

K. Motor Servo

Motor servo adalah motor DC yang dilengkapi dengan sistem kontrol. Sistem kontrol ini akan memberikan umpan balik posisi perputaran motor dari 0 sampai 180 derajat, sudut

motor servo tersebut diatur sesuai lebar pulsa yang dikirim dari kaki sinyal motor servo tersebut.

L. Motor DC

Motor DC atau juga disebut motor listrik merupakan perangkat elektromagnetis yang memerlukan suplai tegangan arus searah pada kumparan medan yang digunakan untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar).

M. Driver Motor L298N

L298N adalah komponen elektronik yang dipergunakan untuk mengontrol arah putaran motor DC. L298N ini pun bisa dipergunakan sebagai driver motor Stepper bipolar. Satu buah L298N bisa dipergunakan untuk mengontrol dua buah motor DC, berikut contoh *driver* motor L298N yaitu pada Gambar 2.11 dibawah ini, yaitu:



Gambar 2.11 Motor Driver L298N

N. Sensor InfraRed Avoid Obstacle

Sensor *InfraRed* atau biasa disebut sensor IR adalah sebuah modul yang berfungsi sebagai sensor halangan yang terdiri dari sensor *infrared* dan photodiode yang dapat mendeteksi halangan yang dipantulkan dari halangan atau objek didepannya. IR sensor ini mempunyai dua komponen utama yaitu IR *emitter* dan IR *receiver*, seperti pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12 Sensor InfraRed Avoid Obstacle

Emitter berfungsi untuk memantulkan *infrared* ke halangan atau objek kemudian akan dipantulkan dan diterima oleh *receiver*. Ketika *infrared* tidak mengenai sebuah objek, kondisinya akan HIGH, ketika *infrared* mengenai sebuah objek kondisinya akan LOW. Pada modul IR sensor terdapat Op-Amp LM363 yang berfungsi sebagai komparator antara resistansi trimpot pengatur sensitivitas. Output Op-Amp terhubung dengan pin "OUT" yang terhubung ke mikrokontroler [16]. Adapun spesifikasi sensor ini, antara lain:

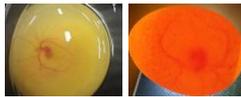
- Tegangan kerja 3V-5V
- Menggunakan komparator LM393 yang stabil
- Jarak deteksi: 2cm- 30cm dengan sudut 35 derajat
- Ukuran board: 3.1cm x 1.5cm

O. Telur

Menurut Sudaryani (2003), telur merupakan produk peternakan yang memberikan sumbangan terbesar bagi tercapainya kecukupan gizi masyarakat. Dari sebutir telur didapatkan gizi yang cukup sempurna karena mengandung zat – zat gizi yang sangat baik & mudah dicerna. Pada penelitian ini ada beberapa hal yang akan dibahas, yang berkaitan dengan telur ,antara lain:

1) Embrio Telur

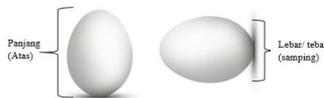
Perkembangan embrio ayam terjadi di luar tubuh induknya. Selama berkembang, embrio memperoleh makanan dan perlindungan yang dari telur berupa kuning telur, albumen, dan kerabang telur. Dalam perkembangannya, embrio dibantu oleh kantung kuning telur, amnion, dan alantois. Kantung kuning telur yang dindingnya dapat menghasilkan enzim. Enzim ini mengubah isi kuning telur sehingga mudah diserap embrio. Amnion berfungsi sebagai bantal, sedangkan alantois berfungsi pembawa sebagai ke oksigen embrio, menyerap zat asam dari embrio, mengambil yang sisa-sisa pencernaan yang terdapat dalam ginjal dan menyimpannya dalam alantois, serta membantu alantois, serta membantu mencerna albumen [17], berikut contoh wujud visual embrio pada telur seperti pada Gambar 2.13 dibawah ini, yaitu:



Gambar 2.13 Wujud Visual Embrio Telur

2) Ukuran Telur

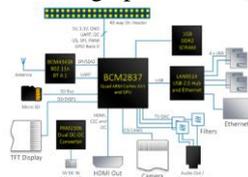
Lebar (mm) telur diperoleh dengan cara mengukur lebar telur pada lingkaran terbesar. Panjang (mm) telur diperoleh dengan cara mengukur panjang telur mulai dari bagian teruncing sampai bagian tumpul telur [18], seperti pada gambar 2.14 dibawah ini, yaitu:



Gambar 2.14 Mengukur Ukuran Telur

P. Raspberry Pi

Raspberry Pi merupakan mini PC dalam satu papan tunggal (single-board circuit; SBC), yang dapat dilihat pada block diagram arsitektur Raspberry Pi 3 seperti pada gambar 2.15, Raspberry Pi bisa diimplementasikan pada sistem embedded. Raspberry Pi biasanya sering disingkat RasPi, mini PC ini dikembangkan oleh yayasan nirlaba, Raspberry Pi Foundation yang terdiri dari pengembang dan ahli komputer dari Universitas Cambridge, Inggris yakni, Eben Upton, Rob Mullins, Jack Lang, dan Alan Mycroft, dari Laboratorium Komputer Universitas Cambridge pada 2009 [19].



Gambar 2.15 Block Diagram Arsitektur Raspberry Pi 3 Model B (sumber: <https://www.element14.com/community/community/raspberrypi/blog/2017/01/16/raspberry-pi-3-block-diagram>)

Q. Modul Kamera Raspberry Pi

Modul Kamera *Raspberry Pi* biasa disebut *Pi Camera* adalah modul kamera yang dirancang khusus untuk *Board*

Raspberry Pi, seperti pada Gambar 2.16.



Gambar 2.16 Camera Raspberry Pi Module v1

R. Metode Evaluasi

Pengujian dari sebuah penelitian perlu dilakukan evaluasi untuk mengetahui seberapa baik performa suatu sistem yang telah dirancang, dengan pengukuran nilai akurasi, presisi, recall, yaitu dengan *confusion matrix*. Menurut Gorunescu *Confusion matrix* adalah pengujian untuk memperkirakan objek benar atau salah[21].

Tabel 2.1 *Confusion Matrix*

		Nilai Aktual	
		Baik (1)	Buruk (0)
Nilai Prediksi	Baik (1)	TP	FP
	Buruk (0)	FN	TN

Keterangan :

- **TP (True Positive)** adalah menunjukkan objek berupa telur terdeteksi dengan benar dan aktuator penyortir sinkron.
- **TN (True Negative)** adalah menunjukkan objek berupa telur terdeteksi dengan benar tetapi aktuator penyortir tidak sinkron.
- **FP (False Positif)** adalah menunjukkan kesalahan dalam mendeteksi kondisi telur.
- **FN (False Negatif)** adalah menunjukkan ketidakmampuan dalam mendeteksi kondisi telur.

Confusion matrix menghasilkan akurasi yang merupakan presentase jumlah record data yang diklasifikasikan (prediksi) secara benar oleh algoritma. Adapun tingkat akurasi pada *confusion matrix* dapat dihitung seperti yang terdapat pada persamaan 3 sebagai berikut:

$$Akurasi = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \times 100\% \quad (3)$$

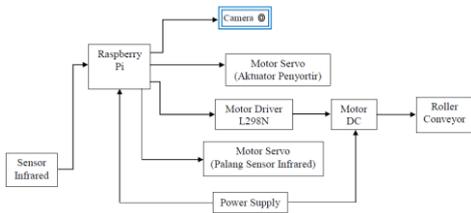
III. PERANCANGAN

A. Pendahuluan

Pada bab ini membahas tentang perancangan sistem keseluruhan yang meliputi: perancangan mekanik, perancangan perangkat keras (hardware), perancangan perangkat lunak (software). Pada perancangan ini akan mengimplementasikan konsep dan dasar teori yang dibahas dibab sebelumnya. Supaya tujuan dari perencanaan bisa tercapai dengan baik. Maka dari itu pembahasan difokuskan pada desain yang direncanakan pada blok diagram sistem.

B. Perancangan Sistem

Pada tahap ini perancangan kamera deteksi dan aktuator dapat dijelaskan pada blok diagram dibawah.



Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem

C. Flowchart Proses Deteksi dan Sortir Keseluruhan

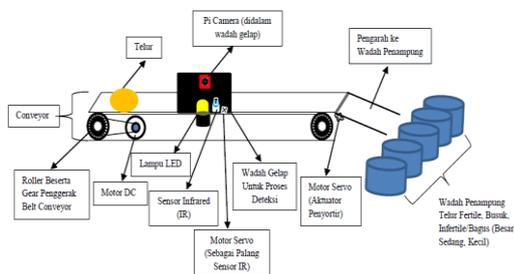
Perancangan proses deteksi dan sortir untuk sistem secara keseluruhan yang akan dirancang dalam penelitian ini, dapat dijelaskan pada flowchart dibawah ini.



Gambar 3.2 Flowchart Proses Deteksi dan Sortir Keseluruhan

D. Perancangan Mekanik

Pada perancangan mekanik ini akan menjelaskan seluruh spesifikasi dari perancangan sistem otomatisasi penyortiran telur untuk mendeteksi kualitas, fertilitas beserta ukuran telur, beserta peletakan komponen yang telah dirancang. Mekanik sistem otomatisasi penyortiran tersebut yaitu menggunakan conveyor. Perancangan mekanik sistem otomatisasi penyortiran dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.3 Perancangan Mekanik

E. Perancangan Hardware

Perancangan perangkat keras (hardware) memiliki bagian penting yaitu perancangan sistem kontrol diantaranya sistem mikrokontroler Raspberry Pi 3, serta komponen elektronik pendukung lainnya Berdasarkan diagram blok pada Gambar 3.1 dapat digunakan perangkat keras sebagai berikut:

1. *Hardware* pengolahan citra untuk sistem deteksi, yaitu: Pada bagian ini akan membahas port yang digunakan untuk mengakses kamera di Raspberry Pi, seperti tabel dibawah ini, yang akan digunakan pada pengolahan citra yang berfungsi untuk sistem deteksi.

Tabel 3.1 Port Kamera pada Raspberry Pi

Keterangan	Port
Pi Camera	CSI

2. *Hardware* aktuator penyortir, yaitu:

Pada bagian ini akan membahas akan mengenai konfigurasi pin yang digunakan untuk motor servo di Raspberry Pi, seperti tabel dibawah ini, yang akan digunakan pada aktuator untuk penyortiran ke wadah penampung.

Tabel 3.2 Konfigurasi Pin Raspberry Pi

Keterangan	Pin
VCC	2
GND	9
Signal/ Data	11

3. *Hardware* conveyor, yaitu:

Pada bagian ini akan membahas akan mengenai konfigurasi pin yang digunakan untuk sensor *infrared*, motor servo sebagai palang *emitter* pada sensor *infrared* ketika mendeteksi objek, driver motor untuk motor DC di Raspberry Pi, seperti tabel dibawah ini, yang akan digunakan sebagai mekanika sebagai lintasan yang digunakan untuk memindahkan telur ke aktuator penyortiran.

Tabel 3.3 Konfigurasi Pin Driver Motor

Keterangan	Pin
GND	14
Enable A	40
Input 1 Driver Motor	38
Input 2 Driver Motor	36
To Power 5V	4

Tabel 3.4 Konfigurasi Pin Sensor InfraRed

Keterangan	Pin
GND	25
VCC	17
OUT	19

Tabel 3.5 Konfigurasi Pin Motor Servo

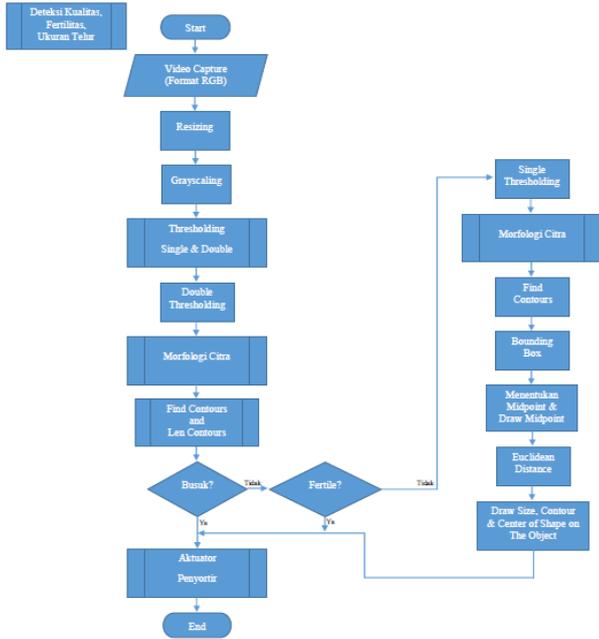
Keterangan	Pin
GND	20
VCC	4
OUT	22

F. Perancangan Software

Pada perancangan perangkat lunak berisikan flowchart program sistem, beberapa teknik beserta metode yang dipakai dalam operasi atau proses pengolahan citra objek yang digunakan yang akan dibahas dibawah ini. Software yang dibuat menggunakan bahasa pemrograman Python, dengan compiler Python IDE, dan library yang digunakan adalah OpenCV dengan menggunakan pengolahan citra (image processing) sesuai dengan tujuan perancangan sistem.

G. Flowchart Program Sistem

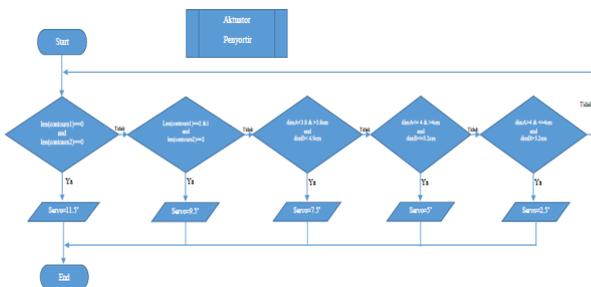
Perancangan software dilakukan setelah pembuatan flowchart. Gambar 3.7 merupakan flowchart dari program sistem yang akan dibuat, penjelasan akan dibahas pada pengambilan frame dan preprocessing citra masukan.



Gambar 3.7 Flowchart Program Sistem

H. Perancangan Program Aktuator Penyortir

Pada perancangan program aktuator, program yang dibuat menggunakan bahasa pemrograman Python, dengan compiler Python IDE, dan library yang digunakan adalah OpenCV dengan menggunakan pengolahan citra (image processing) sesuai dengan tujuan perancangan sistem. Perancangan program aktuator dilakukan setelah pembuatan flowchart. Gambar 3.13 merupakan flowchart dari perancangan program aktuator yang akan dibuat.

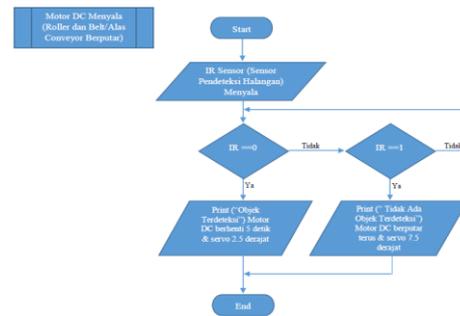


Gambar 3.13 Flowchart Perancangan Program Aktuator Penyortir

I. Perancangan Program Mekanik pada Hardware di Conveyor

Pada perancangan program mekanika pada hardware di conveyor, program yang dibuat menggunakan bahasa pemrograman Python, dengan compiler Python IDE, dan library yang digunakan adalah OpenCV dengan menggunakan pengolahan citra (image processing) sesuai dengan tujuan perancangan sistem. Perancangan program mekanika pada

hardware di conveyor dilakukan setelah pembuatan flowchart. Gambar 3.14 merupakan flowchart dari perancangan program mekanika pada hardware di conveyor yang akan dibuat.



Gambar 3.14 Flowchart Perancangan Program Mekanik pada Hardware di Conveyor

IV. PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

A. Pendahuluan

Pada bab ini akan membahas pengujian sistem yang meliputi pengujian pendeteksian telur dengan berbagai kondisi lingkungan dan lampu sebagai parameter, pengujian pendeteksian telur dengan warna alas pada wadah yang berbeda, pengujian hasil pendeteksian telur terhadap aktuator penyortir (servo), pengujian sensor inframerah terhadap motor DC, pengujian keseluruhan sistem pada conveyor. Hasil dari pengujian akan dianalisa dan dijadikan bahan acuan untuk pengambilan kesimpulan serta melakukan perbaikan agar sistem dapat berjalan sesuai dengan perancangan yang dibuat. Dari hasil pengujian tersebut akan dijadikan dasar untuk menentukan kesimpulan serta point-point kekurangan yang harus segera diperbaiki agar kinerja keseluruhan sistem dapat sesuai dengan perencanaan dan perancangan yang telah dibuat.

B. Pengujian Kalibrasi Kamera

Pada penelitian ini menggunakan kamera untuk mendeteksi telur. Jarak kamera mempengaruhi ukuran real dari telur, sehingga kamera perlu di kalibrasi agar hasil sortir dan deteksinya sesuai dengan ukuran telur. Setelah itu dilakukan pengujian dengan bermacam-macam jarak antara kamera dengan bola pingpong, berikut tabel percobaannya:

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kalibrasi Kamera

Parameter Yang Dideteksi	Jarak 11,5cm Percobaan			Jarak 16,5cm Percobaan			Jarak 26,5cm Percobaan		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Panjang (mm)	283	281	281	174	175	174	105	105	105
Lebar (mm)	283	281	281	174	175	174	104	105	105

Pada penelitian ini dirancang jarak kamera terhadap telur pada conveyor yaitu 26,5cm. Sehingga berdasarkan hasil percobaan kalibrasi diatas yang digunakan hasil percobaan dengan jarak 26,5cm. Hasil percobaan yang diambil yaitu 105mm diubah ke satuan cm menjadi 10,5cm kemudian untuk mendapat nilai real dari bola pingpong maka panjang dan lebar dibagi 2,6.

C. *Pengujian Hasil Pendeteksian Telur Terhadap Aktuator Penyortir Dengan Berbagai Kondisi Lingkungan, Berbagai Warna Alas Wadah, Beserta Lampu Sebagai Parameter*

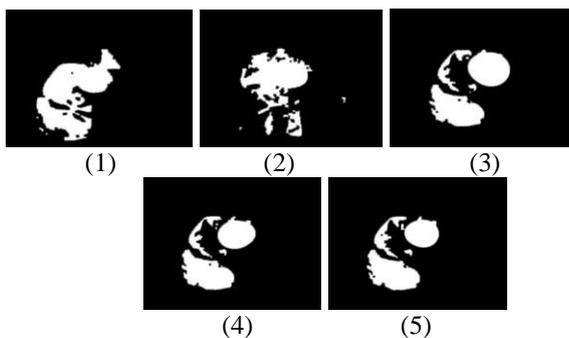
Pada pengujian ini akan melakukan pengujian bukan hanya dari segi terdeteksi atau tidak terdeteksinya telur, akan tetapi juga menguji sinkron atau tidak sinkronnya hasil pendeteksian dengan hasil eliminasi oleh aktuator penyortiran yaitu motor servo. Pada penelitian ini melakukan pengujian dengan berbagai kondisi lingkungan (terang, ada sedikit cahaya, gelap), berbagai warna alas wadah saat proses deteksi dan lampu sebagai parameter. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kondisi lingkungan, pengaruh warna alas wadah pada proses deteksi dan pengaruh lampu (jenis lampu, watt, intensitas cahaya, temperatur warna, warna lampu, panjang gelombang cahaya) terhadap pendeteksian telur beserta hasil sortasi telur. Hasil dari setiap pengujiannya dapat dilihat pada gambar-gambar berikut ini, yaitu:

- **Kondisi Terang**

Dalam penelitian ini menggunakan ketentuan jarak kamera terhadap objek berdasarkan hasil kalibrasi, pencahayaan ruangan, adapun ketentuannya sebagai berikut:

- Jarak kamera terhadap objek = 26,5cm
- Tingkat pencahayaan ruangan = 20 lux

Dalam penelitian ini percobaan yang dilakukan setiap telur yaitu sebanyak 3 kali, jumlah telur untuk kondisi infertile ukuran besar 3 butir, sedang 4 butir, kecil 3 butir, jumlah telur kondisi *fertile* 2 butir, busuk 3 butir. Contoh hasil pengujiannya antara lain:

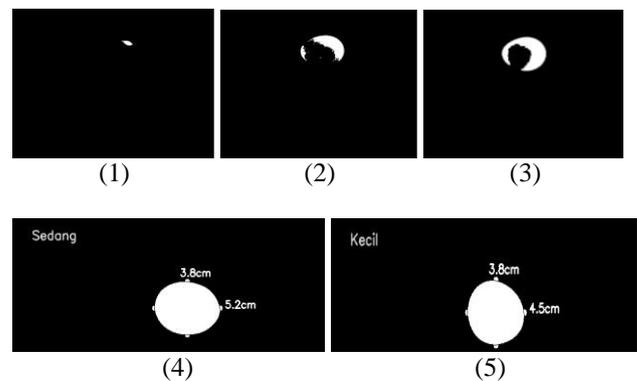


Gambar 4.1 Contoh Hasil Pengujian Kondisi Terang (1) Busuk, (2) Fertile, (3) Besar, (4) Sedang, (5) Kecil

- **Kodisi Ada Sedikit Cahaya**

Dalam penelitian ini menggunakan ketentuan jarak kamera sama seperti kondisi terang tetapi beda tingkat pencahayaan ruangan yaitu 9 lux.

Pada tabel pengujian kondisi ini, yaitu dari segi parameter, jumlah percobaan tiap telur beserta jumlah telur tiap kategorinya/kondisinya, ketentuannya sama seperti dengan kondisi terang, contoh gambar hasil pengujiannya antara lain:

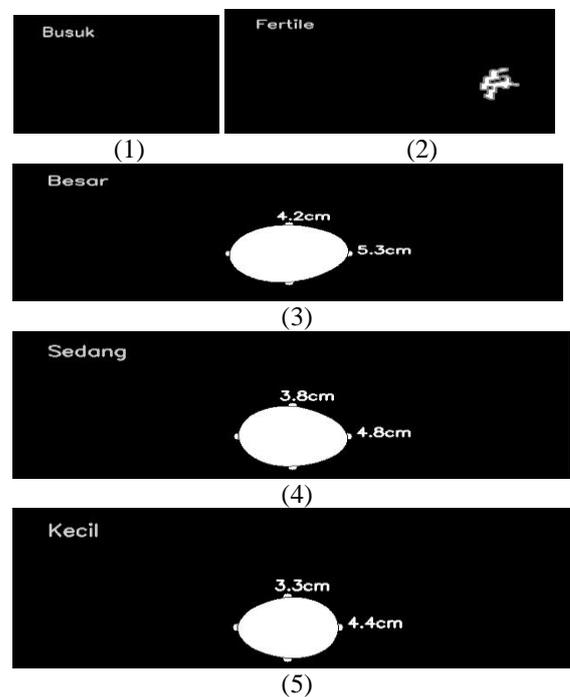


Gambar 4.2 Contoh Hasil Pengujian Kondisi Ada Sedikit Cahaya (1) Busuk, (2) Fertile, (3) Besar, (4) Sedang, (5) Kecil

- **Kondisi Gelap**

Dalam penelitian ini menggunakan ketentuan jarak kamera sama seperti kondisi terang dan kondisi ada sedikit cahaya tetapi beda tingkat pencahayaan ruangan yaitu 0 lux.

Pada tabel pengujian kondisi ini, yaitu dari segi parameter, jumlah percobaan tiap telur beserta jumlah telur tiap kategorinya/kondisinya, ketentuannya sama seperti dengan kondisi terang dan kondisi ada sedikit cahaya, contoh gambar hasil pengujiannya antara lain:



Gambar 4.3 Contoh Hasil Pengujian Kondisi Gelap (1) Busuk, (2) Fertile, (3) Besar, (4) Sedang, (5) Kecil

D. *Analisa Pengujian Hasil Pendeteksian Telur Terhadap Aktuator Penyortir Dengan Berbagai Kondisi Lingkungan, Berbagai Warna Alas Wadah, Beserta Lampu Sebagai Parameter*

Pada penelitian ini menghasilkan sebanyak 5.670 sampel yang diperoleh dari hasil pengujian 15 butir telur yang

menggunakan 3 kondisi lingkungan (terang, ada sedikit cahaya, gelap), 3 warna alas wadah (hitam, biru, putih), 14 kategori lampu. Percobaan ini dilakukan sebanyak 3 kali. Hasil akurasi yang didapatkan diperoleh dari pengujian ini sebagai berikut:

- **Kondisi Terang**

Berikut hasil akurasi dari percobaan pada kondisi terang dengan menggunakan 3 warna alas wadah, yaitu hitam, biru, dan putih yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.2 Kondisi Terang dan Alas Hitam

	Kategori Lampu													
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14
FN	45	45	45	45	45	42	45	45	45	45	45	45	45	45
FP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TP	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
TN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Akurasi	0	0	0	0	0	0,06	0	0	0	0	0	0	0	0

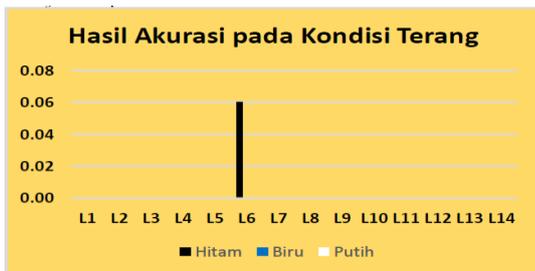
Tabel 4.3 Kondisi Terang dan Alas Biru

	Kategori Lampu													
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14
FN	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
FP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Akurasi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 4.4 Kondisi Terang dan Alas Putih

	Kategori Lampu													
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14
FN	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
FP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Akurasi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Dari hasil akurasi yang diperoleh dari ketiga warna alas wadah maka dapat disajikan ke dalam bentuk grafik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Hasil Akurasi pada Kodisi Terang

- **Kondisi Ada Sedikit Cahaya**

Berikut hasil akurasi dari percobaan pada kondisi ada sedikit cahaya dengan menggunakan 3 warna alas wadah, yaitu hitam, biru, dan putih yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.5 Kondisi Ada Sedikit Cahaya dan Alas Hitam

	Kategori Lampu													
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14
FN	45	45	14	15	10	14	9	21	41	42	9	30	45	11
FP	0	0	11	7	6	2	6	3	4	3	7	15	0	6
TP	0	0	20	23	29	29	30	21	0	0	29	0	0	28
TN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Akurasi	0	0	0,44	0,51	0,64	0,64	0,66	0,46	0	0	0,64	0	0	0,62

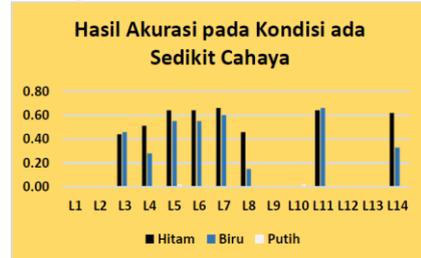
Tabel 4.6 Kondisi Ada Sedikit Cahaya dan Alas Biru

	Kategori Lampu													
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14
FN	45	45	24	23	12	16	9	38	44	45	12	35	45	27
FP	0	0	0	9	8	4	6	0	1	0	3	10	0	3
TP	0	0	21	13	25	25	30	7	0	0	30	0	0	15
TN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Akurasi	0	0	0,46	0,28	0,55	0,55	0,60	0,15	0	0	0,66	0	0	0,33

Tabel 4.7 Kondisi Ada Sedikit Cahaya dan Alas Putih

	Kategori Lampu													
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14
FN	42	45	43	45	38	40	40	45	42	42	45	40	45	45
FP	3	0	2	0	6	5	5	0	3	2	0	5	0	0
TP	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
TN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Akurasi	0	0	0	0	0,02	0	0	0	0	0,02	0	0	0	0

Dari hasil akurasi yang diperoleh dari ketiga warna alas wadah maka dapat disajikan ke dalam bentuk grafik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Hasil Akurasi pada Kodisi Ada Sedikit Cahaya

- **Kondisi Gelap**

Berikut hasil akurasi dari percobaan pada kondisi gelap dengan menggunakan 3 warna alas wadah, yaitu hitam, biru, dan putih yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.8 Kondisi Gelap dan Alas Hitam

	Kategori Lampu													
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14
FN	16	0	1	2	0	0	3	3	27	9	0	12	5	0
FP	20	36	0	6	2	0	3	3	9	27	6	23	31	0
TP	9	9	44	37	43	45	39	39	9	9	39	10	9	45
TN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Akurasi	0,20	0,20	0,97	0,82	0,95	1,00	0,86	0,86	0,20	0,20	0,86	0,45	0,20	1,00

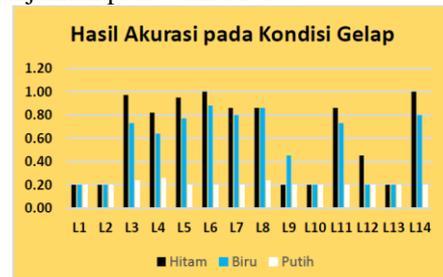
Tabel 4.9 Kondisi Gelap dan Alas Biru

	Kategori Lampu													
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14
FN	8	0	7	10	4	1	6	3	30	9	6	36	3	5
FP	28	36	5	6	6	4	3	3	5	27	6	0	33	0
TP	9	9	33	29	35	40	36	39	10	9	33	9	9	40
TN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Akurasi	0,20	0,20	0,73	0,64	0,77	0,88	0,80	0,86	0,45	0,20	0,73	0,20	0,20	0,80

Tabel 4.10 Kondisi Gelap dan Alas Putih

	Kategori Lampu													
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14
FN	18	0	34	31	35	31	27	30	36	27	36	36	8	36
FP	18	36	0	2	1	5	9	4	0	9	0	0	28	0
TP	9	9	11	12	9	9	9	11	9	9	9	9	9	9
TN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Akurasi	0,20	0,20	0,24	0,26	0,20	0,20	0,20	0,24	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20

Dari hasil akurasi yang diperoleh dari ketiga warna alas wadah maka dapat disajikan ke dalam bentuk grafik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Hasil Akurasi pada Kodisi Gelap

Keterangan:

- L1 Lampu Pijar 5 Watt
- L2 Lampu Bohlam LED 5 Watt, Lebar Cahaya 200°
- L3 Lampu Chip LED Cold White 3 Watt, Temperature Warna 8000-8500K, Lebar Cahaya 120°-180°, Intensitas Cahaya 180-200lm
- L4 Lampu Chip LED Cold White 3 Watt, Temperature Warna 8000-8500K, Lebar Cahaya 120°-180°, Intensitas Cahaya 200-220lm
- L5 Lampu Chip LED Cold White 10 Watt, Temperature Warna 6000-6500K, Lebar Cahaya 120°, Intensitas Cahaya 800-1000lm
- L6 Lampu Chip LED Cold White 10 Watt, Temperature Warna 6000-6500K, Lebar Cahaya 120°, Intensitas Cahaya 900-1000lm
- L7 Lampu Chip LED Merah 3 Watt, Panjang Gelombang Cahaya 620-630nm, Lebar Cahaya 120°-180°, Intensitas Cahaya 130-140lm
- L8 Lampu Chip LED Kuning 3 Watt, Panjang Gelombang Cahaya 590-595nm, Lebar Cahaya 120°-180°, Intensitas Cahaya 150-200lm
- L9 Lampu Chip LED Hijau 3 Watt, Panjang Gelombang Cahaya 520-530nm, Lebar Cahaya 120°-180°, Intensitas Cahaya 110-130lm
- L10 Lampu Chip LED Biru 3 Watt, Panjang Gelombang Cahaya 460-470nm, Lebar Cahaya 120°-180°, Intensitas Cahaya 80-100lm
- L11 Lampu Chip LED Merah 10 Watt, Panjang Gelombang Cahaya 620-625nm, Lebar Cahaya 120°, Intensitas Cahaya 90-120lm
- L12 Lampu Chip LED Hijau 10 Watt, Panjang Gelombang Cahaya 515-525nm, Lebar Cahaya 120°, Intensitas Cahaya 150-180lm
- L13 Lampu Chip LED Biru 10 Watt, Panjang Gelombang Cahaya 460-470nm, Lebar Cahaya 120°, Intensitas Cahaya 30-50lm
- L14 Lampu Chip LED Warm White 10 Watt, Temperature Warna 3000-3500K, Lebar Cahaya 120°, Intensitas Cahaya 900-1000lm

Sistem yang dirancang dinyatakan baik yaitu jika nilai keakurasiannya mendekati 1 atau sama dengan 1. Berdasarkan hasil analisa perhitungan dapat disimpulkan bahwa kondisi gelap dan alas wadah warna hitam yang tingkat akurasi tinggi karena rata-rata mendekati 1, dikarenakan kondisi lingkungan dan warna wadah yang gelap mampu memfokuskan atau mempermudah kamera mendeteksi objek yang diterangi lampu. Hasil dari pengujian yang terbaik yaitu kondisi gelap dengan alas warna hitam dengan kategori lampu Chip LED Cold White 10 Watt, Temperature Warna 6000-6500K, Lebar Cahaya 120°, Intensitas Cahaya 900-1000lm dan lampu Chip LED Warm White 10 Watt, Temperature Warna 3000-3500K, Lebar Cahaya 120°, Intensitas Cahaya 900-1000lm, karena cahaya yang dihasilkan untuk menerangi isi telur lebih baik, sehingga mampu terdeteksi oleh kamera dengan sangat baik.

E. Pengujian Sensor Infrared Terhadap Motor DC dan Motor Servo

Pada penelitian ini menggunakan motor DC sebagai penggerak *roller conveyor*, akan tetapi untuk mempermudah pendeteksian telur, maka pada penelitian ini mendeteksi telur dalam keadaan telur tidak bergerak dikarenakan akan lebih mudah jika kamera mendeteksi telur dalam posisi tidak bergerak, maka pada penelitian ini menggunakan sensor *infrared* (sensor pendeteksi halangan) untuk memberikan *delay* atau memberhentikan motor DC sejenak ketika telur melewati sensor *infrared* dan motor DC akan terus berputar jika tidak ada objek (telur) yang melewatinya. Akan tetapi, ketika sensor *infrared* mendeteksi halangan yaitu telur serta otomatis motor DC berhenti, maka posisi telur tetap berada di depan sensor *infrared*, dan sensor *infrared* akan tetap mendeteksi halangan (telur), sehingga motor DC tidak akan kembali berputar setelah di beri *delay*. Sehingga perlu adanya komponen tambahan yaitu motor servo yang telah diberi tambahan sedotan hitam agar pengarahannya (sebagai palang) panjang. Agar sensor *infrared* bekerja sesuai yang diharapkan dan sinkron terhadap motor DC dan motor servo, maka

dilakukan beberapa percobaan, berikut tabel hasil pengujiannya:

Tabel 4.11 Pengujian Sensor Infrared Terhadap Motor DC dan Motor Servo

Keterangan	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3
Sensor IR	Sinkron	Sinkron	Sinkron
Motor DC	Sinkron	Sinkron	Sinkron
Motor Servo	Sinkron	Sinkron	Sinkron

F. Pengujian Keseluruhan Sistem Pada Conveyor

Pada penelitian ini perancangan sistem secara keseluruhan meliputi perancangan mekanik, *hardware*, *software*. Mekanik pada penelitian ini menggunakan *conveyor*. Agar seluruh sistem berjalan sesuai yang diharapkan maka terlebih dahulu dilakukan pengujian dengan beberapa percobaan. Berikut tabel hasil pengujiannya:

Tabel 4.12 Pengujian Secara Keseluruhan Sistem pada Conveyor

Percobaan	Mekanika	Hardware	Software
Percobaan 1	Sinkron	Sinkron	Sinkron
Percobaan 2	Sinkron	Sinkron	Sinkron
Percobaan 3	Sinkron	Sinkron	Sinkron
Percobaan 4	Sinkron	Sinkron	Sinkron
Percobaan 5	Sinkron	Sinkron	Sinkron

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Setelah dilakukannya perancangan dan pengujian sistem yang telah dibuat, maka dapat disimpulkan antara lain :

1. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, proses pendeteksian objek (telur) menggunakan metode *len contours* memerlukan waktu 2-3 detik, ketika posisi kamera telah menyala.
2. Lampu yang memiliki presentase keberhasilan paling tinggi mendeteksi adalah lampu LED Cold White 10 Watt, Intensitas 200-220lm, lebar cahaya 120°, temperature warna 6000-6500K dan Lampu Chip LED Warm White 10 Watt, Temperature Warna 3000-3500K, Lebar Cahaya 120°, Intensitas Cahaya 900-1000lm.
3. Dari pengujian yang telah dilakukan, kondisi yang paling bagus untuk proses pendeteksian adalah kondisi gelap.
4. Dari pengujian yang telah dilakukan warna alas wadah yang paling bagus untuk proses pendeteksian adalah warna hitam.
5. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa warna alas pada wadah atau lintasan, kondisi lingkungan, spektrum warna lampu, jenis lampu, intensitas cahaya, lebar cahaya, beserta daya lampu, sangat mempengaruhi proses pendeteksian.

B. Saran

Pembuatan skripsi ini tidak lepas dari berbagai macam kekurangan dan kesalahan, maka dari itu agar sistem dapat menjadi lebih baik diperlukan sebuah pengembangan. Saran dari penulis antara lain sebagai berikut :

1. Memperbanyak sampel telur, agar pendeteksinya lebih akurat lagi.
2. Memperbanyak pengujian berbagai nilai batas ambang (*threshold*).

VI. REFERENSI

- [1] Khabibulloh, M. A., A. Kusumawardhani, D. Y. Pratama, 2012, Rancang Bangun Sistem Deteksi Embrio Pada Telur Menggunakan Webcam, Jurnal Teknik POMITS Vol. 1, No. 1, pp.1-6, 2012.
- [2] Sidiq, S. A. Irmawati, Dessy, 2016, Pengolahan Citra Untuk Identifikasi Telur Berdasarkan Ukuran, Jurnal Electronics, Informatics, and Vocational Education (ELINVO), Volume 1, Nomor 3, November 2016.
- [3] Sancoko, R.A.A., dan E.Puspita, 2011, Pendeteksi Embrio Dalam telur Menggunakan Metode Image Processing, digilib.its.ac.id/public/ITS-paper-23276-2408100073-Paper.pdf diakses 8 Februari 2019.
- [4] Sugihartono, Aries, 2016, Pemodelan Deteksi Kualitas Telur Berbasis Citra, Jurnal Telematika, Volume 9, Nomor 1, Februari 2016.
- [5] Nafi'iyah, Nur, 2015, Algoritma Kohonen dalam Mengubah Citra Graylevel Menjadi Citra Biner, Jurnal Ilmiah Teknologi dan Informasia ASIA (JITIKA), ISSN: 0852-730X, Vol.9, No.2, Agustus 2015.
- [6] Wicaksono Fajar. R, Rusdinar Angga, Wibawa Ig. P. D, 2018, Perancangan Dan Implementasi Alat Penyortir Barang Pada Konveyor Dengan Pengolahan Citra, ISSN : 2355-9365, Vol.5, No.1 Maret 2018, *e-Proceeding of Engineering Universitas Telkom*.
- [7] Andriessen Daniel. R, Harianto, Wibowo Madha. C, Pengendalian Mobile Robot Berbasis Webcam Menggunakan Perintah Isyarat Tangan, Surabaya, Jurusan Sistem Komputer, STIKOM Surabaya.
- [8] Muhammad Salman, W Nelly Indriani, Klasifikasi Penyakit Ikan Di Karantina Kelautan Dan Perikanan Badan Karantina Ikan, Pengendalian Mutu Dan Keamanan Hasil Perikanan (Bkipm-Kkp) Kelas Ii Bandung Menggunakan Hidden Markov Model, Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika (KOMPUTA), ISSN : 2089-9033, Bandung, Universitas Komputer Indonesia.
- [9] Wahyudi Danny. A, Kartowisastro Iman. H, 2011, Menghitung Kecepatan Menggunakan Computer Vision, Jurnal Teknik Komputer, Vol. 19 No. 2 Agustus 2011: 89 – 101, *Computer Engineering Department, Faculty of Engineering, Binus University*.
- [10] Shaumi, R. F, 2018, Rancang Bangun Alat Penyortir Buah Tomat Berdasarkan Ukuran Berbasis Raspberry Pi 3, Bandar Lampung, Skripsi Universitas Lampung.
- [11] Priandini Dwi. A, Nangi Jumadil, Muchtar Mutmainnah, Sari. J Yusmah, Deteksi Area Plat Mobil Menggunakan Operasi Morfologi Citra, Seminar Nasional, Teknologi Terapan Berbasis Kearifan Lokal (SNT2BKL), ISSN : 978-602-71928-1-2, Universitas Halu Oleo.
- [12] Anggri Yulio P. 2017. Operasi Morfologi Pada Pengolahan Citra di <https://devtrik.com/opencv/operasi-morfologi-pada-pengolahan-citra/> (diakses 6 Mei).
- [13] Dwiguna I Made. A, Darmawan I Dewa. M. B. A, Pengenalan Sandi Semaphore Dengan Metode Findcontour Dan Matchshape Pada OpenCV Menggunakan Bahasa Python, Bali, Universitas Udayana.
- [14] Putri, Nurrita Nafidha, 2016, Aplikasi Pendeteksi Objek Bergerak Pada Image Sequence Dengan Metode Backgroundsubtraction, Jurnal Teknologi Rekayasa Volume 21 No.3, Desember 2016, Universitas Gunadarma.
- [15] Kuswandhie Rakhmad, Na'am Jufriadif, Yuhandri, 2018, Pengukuran Tinggi Sebenarnya Objek pada Foto Digital Menggunakan Euclidean Distance, Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi) Vol. 2 No. 1 (2018) 367 – 374, ISSN : 2580-0760, Universitas Putra Indonesia.

- [15] Budiantoro, Hermawan. A, 2018, Akses Kontrol Pintu Garasi Otomatis Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Android, Tugas Akhir Universitas Teknologi Yogyakarta.
- [16] Yunar Ratnawati. 2016. Tutorial Arduino IR Obstacle Sensor di <http://sebarin-ilmu.blogspot.com/2016/03/tutorial-arduino-ir-obstacle-sensor.html> (diakses 19 Juni).
- [17] Nasrun, 2016, Pertumbuhan Embrio Ayam Buras Umur 18 Hari Hasil Induksi Asam Amino L-Arginin kedalam Telur Selama Masa Inkubasi (In Ovo Feeding), Makassar, Skripsi Universitas Hasanuddin.
- [18] Indrawati Eki, S. Takdir, R. Syam, N. La Ode, 2015, Fertilitas, Daya Hidup Embrio, Daya Tetas Dan Bobot Tetas Telur Ayam Ras Hasil Inseminasi Buatan Dengan Ayam Tolaki, Jitro Vol.2, No.2, 2015.
- [19] Ramli Mardhan, Mamahit Dringhuizen J, Wuwung Janny O, 2018, Rancang Bangun Sistem Pemantau Tamu Pada Smart Home Berbasis Raspberry PI 3, E-journal Teknik Elektro dan Komputer Vol. 7 no. 1 (2018), ISSN: 2301-8402, Universitas Sam Ratulangi Manado.
- [20] <https://www.element14.com/community/community/raspberrypi/blog/2017/01/16/raspberry-pi-3-block-diagram>
- [21] Menarianti, Ika, 2015. Klasifikasi Data Mining Dalam Menentukan Pemberian Kredit Bagi Nasabah Koperasi, Jurnal Ilmiah Teknosains, Vol. 1 No. 1 November 2015

VII. BIODATA PENULIS



MOS, S.Pd.

Carissa Yohana Haria merupakan keturunan suku Nias Selatan (Sumatera Utara) yang lahir di Kota Padang (Sumatera Barat) pada tanggal 03 April 1997, anak kedua dari pasangan Pdm. Revolusi Hara, S.Th dan Sunny Manaó. Ia memiliki seorang kakak perempuan yang bernama Angela Christine Haria,

Pendidikan sekolah dasar ditempuhnya di SDN 008 Bengkalis, Riau pada tahun 2003-2005. Kemudian ia melanjutkan pendidikan sekolah dasar di SDS Kanaan Mandau, Riau pada tahun 2005-2009. Kemudian ia melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 4 Mandau pada tahun 2009-2012. Setelah itu, ia menempuh pendidikan menengah atas di SMA Negeri 2 Mandau pada tahun 2012-2015.

Setelah lulus dari pendidikan menengah atas, ia melanjutkan pendidikan pada tingkat perguruan tinggi di Institut Teknologi Nasional Malang untuk jenjang S1. Selama menjadi mahasiswa, ia pernah menjadi asisten lab Dasar pemrograman Komputer dari tahun 2016-2019 pada matakuliah praktikum algoritma dan pemrograman, matakuliah praktikum pemrosesan signal digital, matakuliah praktikum pemrograman berorientasi objek, matakuliah praktikum sistem basisdata. Ia juga pernah tergabung dalam komunitas Linux (KLIX) di Institut Teknologi Nasional Malang .

Email:

carissa_yohana@yahoo.com