

## Rancang Bangun Alat Deteksi Fertilitas Telur Unggas Berbasis Image Processing

Yufitra Apriliansah<sup>1</sup>, Edy Kurniawan<sup>2</sup>, Rhesma Intan Vidyastari<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Ponorogo, Indonesia

<sup>1</sup>[yufitraaprilia@gmail.com](mailto:yufitraaprilia@gmail.com), <sup>2</sup>[edy@umpo.ac.id](mailto:edy@umpo.ac.id), <sup>3</sup>[rhesma.intan@gmail.com](mailto:rhesma.intan@gmail.com)



### Histori Artikel:

Diajukan: 4 Agustus 2023

Disetujui: 12 Agustus 2023

Dipublikasi: 24 Agustus 2023

### Kata Kunci:

Deteksi; Fertilitas;

Raspberry Pi; Python

*Digital Transformation Technology (Digitech) is an Creative Commons License This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0).*

### Abstrak

Pemilahan telur merupakan kegiatan penting yang dilakukan oleh peternak unggas untuk memisahkan telur berdasarkan kualitasnya, terutama pada proses penetasan telur dan penjualan telur. Metode manual yang sekarang banyak digunakan adalah metode *candling*, yaitu dengan melihat menggunakan senter memiliki keterbatasan dan menyebabkan banyak kesalahan. Pemilahan juga membutuhkan banyak tenaga kerja dalam proses inkubasi dan penjualan telur. Oleh karena itu, diperlukan inovasi yang mampu mendeteksi kualitas telur secara otomatis untuk membantu peternak dalam memilah telur guna mengatasi dan mengurangi potensi kesalahan dalam pendeteksian fertilitas telur unggas. Sebuah alat deteksi berbasis *image processing* dirancang menggunakan metode *area contours*, yang memungkinkan mesin mampu meniru penglihatan manusia dalam mendeteksi kontur pada gambar. Hasil representasi dapat digunakan untuk menentukan telur sebagai *fertile* ataupun *infertile*, sehingga telur dapat dikelompokkan berdasarkan kualitasnya yaitu *fertile* dan *infertile* secara otomatis. Berdasarkan percobaan menggunakan 4 telur (2 *fertile* dan 2 *infertile*) dengan masing-masing lima kali percobaan menggunakan *area contour* mampu mendeteksi kondisi telur dengan akurasi 90% dan presisi 80%.

## PENDAHULUAN

Pemilahan merupakan rangkaian kegiatan yang tidak dapat ditinggalkan oleh peternak unggas, baik pada proses penetasan telur maupun penjualan telur ke pedagang. Kegiatan ini dilakukan untuk memisahkan telur berdasarkan kualitasnya (N. M. S. A. Novita Agustina, 2022). Telur dikelompokkan menjadi dua, yaitu dengan kondisi terdapat embrio (*fertile*) atau tidak terdapat embrio (*infertile*). Pengelompokan keadaan telur ini dimaksudkan untuk mempermudah pemilahan telur yang dapat menetas (*fertile*), dan telur dengan kondisi bagus yang dapat dikonsumsi (*infertile*) (Anugerah satria putra pratama, 2021).

Namun, pemilahan telur secara manual masih menggunakan cara (*candling*) meneropong satu persatu telur menggunakan senter pada tempat gelap apabila telur yang diterawang terdapat urat-urat atau gelap berarti telur tersebut dalam keadaan *fertile* sedangkan telur *infertile* berwarna bening karena tidak terdapat embrio di dalamnya dan dapat dipastikan telur tidak subur (D. D. Bell, 2002). Metode ini tentunya akan menimbulkan banyak kesalahan, karena keterbatasan indera penglihatan. Pemilahan juga membutuhkan banyak tenaga kerja dalam proses inkubasi dan penjualan telur. Karena beberapa kesalahan dan lamanya proses pemilahan membuat kerugian semakin besar bagi peternak. Beberapa penelitian terkait deteksi kualitas telur yang telah dilakukan antara lain jurnal (T. Muthia and F. X. A. S. A. Y. d. Y. E. P. S R Sulistiyanti, 2021) pada penelitian ini memanfaatkan kamera *thermal* untuk mengetahui embrio mati dengan embrio hidup dibandingkan dengan telur embrio yang sudah hidup, telur dengan embrio mati memiliki kecepatan melepas panas yang lebih cepat, sehingga suhu embrio mati lebih rendah daripada telur dengan embrio hidup (D. D. Satya and M. B. D. S. M. Paniran ST, n.d.).

Oleh karena itu diperlukan inovasi yang dapat mendeteksi kualitas telur secara otomatis yang bertujuan untuk membantu para peternak dalam memilah telur dalam proses inkubasi

maupun penjualan telur (Robit Fuadil Fathoni & Melfazen, n.d.). Pada penelitian ini penulis mengidentifikasi telur ayam ras menggunakan sensor warna TCS3200 untuk mendeteksi kualitas telur (Alat et al., n.d.). Berdasarkan dari beberapa referensi. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mendeteksi fertilitas telur berbasis *image processing* dengan metode *area contours*, beserta sistem otomatisasi pemilahan telur menggunakan *opencv* dan *raspberry pi* sebagai kontroler.

## STUDI LITERATUR

Pada pembuatan sistem deteksi fertilitas telur unggas berbasis *image processing* merujuk dari beberapa jurnal penelitian sebelumnya. Penelitian lain mengenai identifikasi embrio dalam telur dilakukan oleh T Muthia, dkk dengan judul “Identifikasi telur *fertile* dan *infertile* berbasis suhu” pada penelitian ini menggunakan kamera *thermal* untuk menentukan kondisi telur, karena telur dengan kondisi mati atau *infertile* dapat melepas panas dengan cepat dibandingkan dengan telur *fertile* (T. Muthia and F. X. A. S. A. Y. d. Y. E. P. S R Sulistiyanti, 2021).

Pada penelitian selanjutnya penulis mengidentifikasi telur ayam ras menggunakan sensor warna TCS3200 untuk mendeteksi kualitas telur dengan judul “ Prototipe Alat Penyortir Telur Berdasarkan Warna dan Ukuran”. Penelitian ini menyortir telur berdasarkan warna kerabangnya agar diperoleh warna yang seragam (Alat et al., n.d.).

Penelitian lain yang dilakukan oleh Billy Ryan, dkk yang berjudul “Implementasi Klasifikasi Citra untuk Mendeteksi Embrio Bebek pada Aplikasi Mobile Menggunakan *Artificial Intelligence*” pada penelitian ini bahasa pemrograman java digunakan dengan menerapkan metode *supervised learning* serta penelitian hanya dapat mengidentifikasi telur bebek (Perkasa, Sularsa, & Pratondo, 2022)

Jurnal penelitian lainnya yang diteliti oleh Nur Farida, dkk dengan judul “ Identifikasi Embrio dalam Telur Berbasis *Image Processing*” dalam penelitian menggunakan nilai contour untuk menentukan kondisi telur *fertile* dan *infertile* dengan menggunakan bahasa pemrograman *visual basic* (Arini, Ubaidillah, Wibisono, & Ulum, 2020).

### A. Fertilitas telur

Fertilitas telur adalah kemampuan telur untuk dibuahi oleh sperma dan menghasilkan embrio yang sehat. telur *fertile* adalah telur yang berhasil dibuahi oleh pejantan dan dapat menghasilkan bibit baru, ciri telur *fertile* adalah terdapat tunas atau embrio telur dengan kondisi ini dapat menetas (M. Arif Khabibulloh, 2012). Sedangkan telur *infertile* adalah telur yang dipastikan tidak dapat menetas karena gagal dalam proses pembuahan, telur ini memiliki ciri tidak terdapat embrio di dalamnya, ketika dilakukan pendeteksian telur ini akan berwarna terang tidak ada tunas. Suhu yang baik ketika proses penetasan telur yaitu sekitar 37-38C. kelembaban dalam mesin antara 55% - 60% , Ketika suhu dan kelembaban pada mesin penetas tidak stabil maka daya tetas telur terpengaruh (A, 2019).

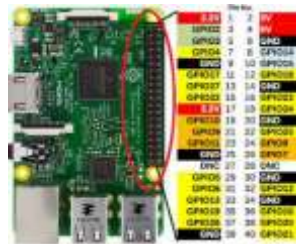


Gambar 1 Fertilitas telur

### B. Raspberry Pi dan kamera Pi

Komputer papan tunggal atau disebut *Raspberry Pi* seukuran kartu kredit dan dapat digunakan untuk mengoperasikan aplikasi kantor, bermain video game, *machine learning* dan memainkan media beresolusi tinggi. *Raspberry Pi* dikembangkan oleh Raspberry Pi Foundation

nirlaba dengan tujuan untuk mengajarkan pemrograman. *Raspberry Pi* dapat berfungsi sama seperti PC konvensional, seperti untuk pembuatan draf dokumen dan penjelajahan online. Namun, *Raspberry Pi* juga dapat digunakan untuk mengembangkan konsep baru. Misalnya, dapat membuat robot menggunakan kamera dan *Raspberry Pi*, atau dapat merakit superkomputer dari berbagai komponen *Raspberry Pi* (Arif Budiantoro H, 2018). Modul kamera yang dibuat khusus untuk Papan *Raspberry Pi* adalah Modul Kamera *Raspberry Pi*, yang dikenal sebagai Kamera Pi. Antar muka CSI (*Camera Serial Interface*) digunakan oleh modul kamera ini karena digunakan khusus untuk berkomunikasi dengan *Raspberry Pi*. Bus CSI memiliki kemampuan untuk mengirim data piksel secara eksklusif dengan kecepatan yang sangat tinggi (Nur Aziz Thohari & Dias Ramadhani, 2019).



Gambar 2 Raspberry Pi

#### C. Sensor Infrared Avoid Obstacle dan BH1750

Sensor *infrared* atau biasa disebut dengan *IR* dapat digunakan untuk deteksi gerakan, deteksi halangan, dan tujuan lainnya sensor *infrared* sangat rentan terhadap cahaya, pemancar (*emmitter*) IR dan penerima (*receiver*) IR adalah komponen utama dari sensor (Harsadi, n.d.). Bekerja dengan tegangan 3,3V-5V, jarak deteksi 2 – 30 cm, dan sudut stabil 35 derajat. Sensor cahaya BH1750 adalah jenis sensor cahaya yang dapat digunakan untuk mengukur intensitas cahaya dalam satuan lux. Fungsi utama dari sensor cahaya BH1750 lux meter adalah memberikan informasi mengenai kecerahan atau tingkat intensitas cahaya pada suatu area atau lingkungan. Pada penelitian ini sensor berfungsi untuk mengukur intensitas cahaya yang dipancarkan oleh senter yang digunakan sebagai sumber cahaya untuk mendeteksi fertilitas telur.



Gambar 3 Sensor Infrared Avoid Obstacle

#### D. Motor Servo

Motor servo adalah salah satu aktuator penggerak (motor) listrik yang menggunakan sistem *close loop* yang berfungsi untuk mengendalikan kecepatan, posisi akhir, dan akselerasi dengan keakuratan yang sangat tinggi. Motor servo dapat berputar dari 0 sampai 180 derajat, sudut pada motor servo dapat diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim dari kaki sinyal motor servo (Aristianto et al., 2020).



Gambar 4 Motor Servo

#### E. Motor Stepper dan Driver Motor L298N

Motor *stepper* adalah perangkat elektromekanik yang mengubah pulsa listrik menjadi gerakan mekanik yang presisi. Motor ini banyak digunakan dalam berbagai aplikasi yang membutuhkan penempatan yang akurat atau kendali gerakan rotasi. Motor *stepper* memiliki keunggulan, torsi tinggi dan kemampuan penempatan yang presisi. Sedangkan L298N adalah komponen elektronika yang memiliki IC driver yang dapat menggerakkan motor stepper dan mengatur arah putaran motor. IC driver L298N dapat mengoperasikan motor stepper dengan tegangan maksimum 40 volt DC untuk satu saluran dan arus maksimum 2 A.



Gambar 5 Driver Motor L298N

#### F. Web

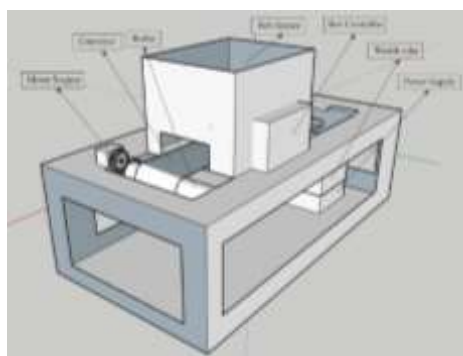
Web adalah perangkat lunak atau perangkat keras yang mengelola permintaan HTTP (*hypertext transfer protocol*) dari klien dan memberikan konten web kepada mereka melalui protokol ini. Web server berfungsi sebagai jembatan antara pengguna atau klien (seperti browser web) dan aplikasi atau konten web yang diinginkan.

#### G. Area contours

Area *contours* adalah ukuran luas atau area yang dibatasi oleh *contours* atau tepi objek dalam citra digital. *Contours* atau tepi objek dapat dihasilkan dari proses segmentasi citra, yang digunakan untuk memisahkan objek dari latar belakang atau objek lain dalam citra[17]. Dalam proses pengolahan citra, area contours dapat digunakan untuk berbagai tujuan, seperti menghitung ukuran objek, membandingkan ukuran objek, atau menentukan apakah suatu objek memenuhi batasan ukuran tertentu. Dalam menentukan nilai area contours dapat disesuaikan dengan kebutuhan.

## METODE PERANCANGAN

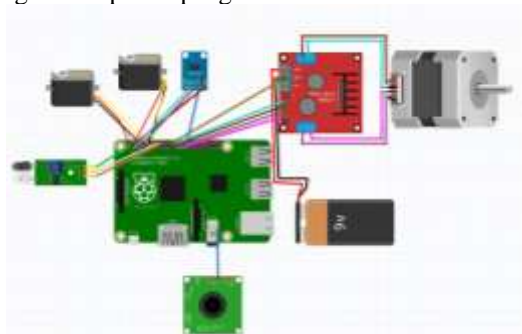
Proses perancangan Alat Deteksi Fertilitas Telur Unggas Berbasis *Image Processing* dapat dilihat pada gambar dan penjelasan dibawah.



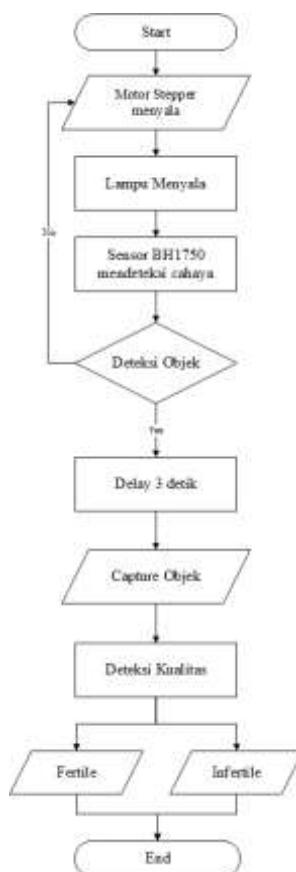
Gambar 6 Design alat

Ketika alat mulai dinyalakan, maka sistem mekanik dari alat ini mulai bekerja. Sistem dimulai dari *conveyor* yang digerakkan oleh motor *stepper*. Telur diletakkan pada wadah yang sudah dibuat diatas *conveyor*. Telur bergerak ke ruang system deteksi. Ketika telur sampai ke ruang deteksi, maka sensor IR akan mendeteksi adanya telur yang masuk. Setelah *delay* 3 detik,

motor *stepper* akan berhenti dan motor servo atas akan menggerakkan penghalang untuk menutup sensor IR. Kamera memulai proses deteksi, hasil deteksi tampil pada web yang mana web dapat dilihat dilaptop. Ketika telur dinyatakan fertil, maka motor servo penyortir berputar untuk memiringkan penampung telur ke kanan. Namun ketika infertile maka penampung telur dimiringkan ke kiri. Ketika proses deteksi selesai, motor servo atas akan membuka tutup sensor IR dan motor *stepper* akan memutar *conveyor* kembali. Telur yang telah selesai dideteksi akan jatuh sesuai dengan arah kemiringan luas penampung hasil deteksi.



Gambar 7 Diagram wiring sistem deteksi alat



Gambar 8 Flowchart deteksi

Berdasarkan flowchart diatas, dapat diketahui bahwa proses kerja alat ini dimulai dari simbol *start*. Ketika alat dinyalakan, maka motor *stepper* dan lampu menyala, setelah itu sensor BH1750 mendeteksi adanya cahaya. Setelah itu proses deteksi objek dimulai. Ketika objek terdeteksi, maka proses deteksi akan *delay* 3 detik. Hal ini agar telur berada posisi yang benar-benar pas didepan kamera dan cahaya. Setelah telur berada pada posisi yang tepat, kamera

mencapture gambar telur. Hasil *capture* diolah menggunakan *image processing*. Telur akan dinyatakan pada kemungkinan yaitu fertile dan infertile. Hasil dari *image processing* akan ditampilkan pada layar laptop yang sudah terkoneksi pada web. Dari sinilah proses dari sistem deteksi fertilitas telur menggunakan *image processing* berakhir.

Pada sistem deteksi ini digunakan metode *area contours*. Metode ini memiliki beberapa tahapan, yaitu :

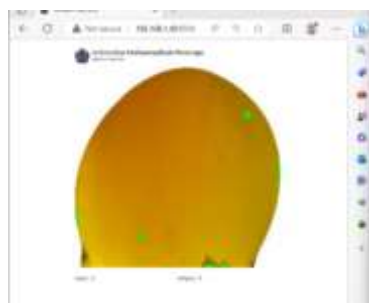
- A. Pengambilan citra menggunakan kamera raspberry Pi
- B. *Resizing* untuk mendapatkan ukuran gambar yang seragam dan dengan jumlah *pixel* yang lebih sedikit menggunakan fungsi *library cv2.resize()*
- C. *Median blur* dilakukan untuk menghilangkan *noise* yang terlihat pada citra tanpa merubah detil penting pada gambar dengan menggunakan fungsi *cv2.medianBlur*
- D. *Grayscale* digunakan guna mengubah *pixel* pada format *grayscale* dengan menyederhanakan gambar dan mengurangi jumlah informasi warna menggunakan *cv2.cvtColor()*.
- E. *Thresholding* dilakukan untuk mengubah nilai *pixel grayscale* (0-255) menjadi biner (0-1). Dengan menentukan nilai ambang batas (*threshold value*), nilai *pixel* yang melebihi lebih besar dari nilai ambang batas akan diubah menjadi putih (1), sedangkan nilai *pixel* yang lebih kecil dari nilai ambang batas akan diubah menjadi hitam (nilai 0).
- F. *Find contour* berfungsi untuk menganalisa bentuk dan deteksi objek. Pada tahap ini deteksi dilakukan dengan mencari kontur objek telur untuk mendapatkan *pixel* objek yang akan dianalisa kandungan fertilnya.
- G. *Classification* digunakan untuk menentukan klasifikasi dari gambar. Jika jumlah objek yang ditandai lebih dari 15, maka dianggap sebagai fertile dan jika tidak maka dinyatakan infertil.

## HASIL

Sistem deteksi fertilitas telur berbasis *image processing* memberikan beberapa hasil. Beberapa hasil tersebut akan dijelaskan dibawah ini.



Gambar 9 Telur fertile



Gambar 10 Telur infertile

Pada telur fertile Cahaya tidak begitu bisa menembus. Hal ini dikarenakan embrio yang sudah mulai tumbuh, dan jaringan otot embrio yang sudah tumbuh. Hal tersebut dapat diketahui dari banyaknya citra yang terdeteksi pada gambar. Sedangkan pada telur infertile, cahaya dapat

menembus sempurna dan 2 titik yang terdeteksi citra. Citra itupun bukan karena embrio ataupun jaringan otot, melainkan hanya kotoran yang menempel pada telur. Hal tersebut berakibat pada hasil kontur yang dideteksi. Hasil deteksi pada telur

### PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan pada analisa dan citra telur pada web. Telur dengan keadaan *fertile* akan ditandai dengan *area contour* dengan nilai *contour* >15. Sedangkan telur *infertile* tidak terdapat *area contour* atau *area contour* <15 karena di dalamnya tidak terdapat embrio yang terdeteksi.

Pengujian selanjutnya dilakukan secara keseluruhan pada alat. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah deteksi alat benar-benar berhasil atau tidak sesuai dengan apa yang telah diprogramkan. Berdasarkan beberapa kali percobaan, menunjukkan bahwa antara *hardware*, serta *software* saling merespon dalam sistem deteksi ini. Meskipun ada beberapa eror dalam hasil deteksi. Untuk mengetahui hasil akurasi dari sistem deteksi ini maka dapat menggunakan perhitungan sebagai berikut. Selain itu deteksi fertilitas telur dilakukan dengan melakukan percobaan dengan 4 telur. Sebelum dideteksi dengan citra, terlebih dahulu dideteksi secara *candling*. Berdasarkan hasil metode *candling* menunjukkan bahwa 2 telur dengan kondisi infertil dan 2 telur dalam kondisi fertil. Percobaan dilakukan selama 5 kali.

Pada penggunaan deteksi telur secara otomatis ditunjukkan pada *matrix conclusion* pada tabel 1.

**Tabel 1 Confusion matrix hasil percobaan**

		Nilai Aktual	
		1 (Fertil)	0 (Infertil)
Nilai Prediksi	1 (Fertil)	8	2
	0 (Infertil)	0	10

Pada tabel tersebut menunjukkan bahwa 10 percobaan diprediksi (*candling*) fertil dan 10 infertil, namun pada nilai aktual (deteksi otomatis) menunjukkan bahwa terdapat 8 fertil, dan 12 infertil. Berdasarkan hal tersebut maka dapat ditentukan jumlah akurasi dari sistem ini untuk digunakan sebagai deteksi telur unggas menggunakan metode *area contour*.

$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi} &= \frac{\text{Jumlah percobaan diprediksi fertil (fertil+infertil)}}{\text{jumlah percobaan keseluruhan}} \times 100\% \\
 &= \frac{8+10}{8+0+2+10} \times 100\% \\
 &= \frac{18}{20} \times 100\% \\
 &= 0,9 \times 100\% \\
 &= 90\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Presisi} &= \frac{\text{Jumlah percobaan diprediksi fertil}}{\text{Percobaan diprediksi fertil} + \text{Percobaan diprediksi fertil namun infertil}} \times 100\% \\
 &= \frac{8}{8 + 2} \times 100\% \\
 &= \frac{8}{10} \times 100\% \\
 &= 0,8 \times 100\% \\
 &= 80\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Recall} &= \frac{\text{Jumlah percobaan diprediksi fertil}}{\text{Percobaan diprediksi fertil} + \text{Percobaan diprediksi infertil namun fertil}} \times 100\% \\
 &= \frac{8}{8 + 0} \times 100\% \\
 &= \frac{8}{8} \times 100\% \\
 &= 1 \times 100\% \\
 &= 100\%
 \end{aligned}$$

### KESIMPULAN

Dari seluruh proses yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan, antara lain, alat ini memiliki beberapa fungsi, antara lain mampu mendeteksi kondisi telur fertile maupun infertile secara optimal dalam dengan tingkat akurasi sebesar 90% dan presisi sebesar 80% dengan tingkat *recall* sebesar 100%. Faktor yang mempengaruhi keberhasilan alat ini dalam mendeteksi fertile dan infertile pada telur adalah kualitas kamera, pencahayaan, pengolahan citra, dan jarak kamera dalam pengambilan citra.

### REFERENSI

- A, R. K. (2019). Penetasan Telur Pada Unggas. *Dinas Peternakan Pemerintah Kabupaten Lebak*. Lebak.
- Alat, P., Telur, P., Warna, B., Ukuran, D., Lailatulfath, N., Rahmah, M., Instrumentasi, D. (n.d.). Prototipe Alat Penyortir Telur Berdasarkan Warna dan Ukuran. *Jurnal Otomasi, Kontrol & Instrumentasi*, 13(2), 2021.
- Anugerah satria putra pratama, Moh. A. A. H. (2021). Deteksi Fertilitas Telur Burung Lovebird Berbasis Smartphone. *Jurnal Jaringan Telekomunikasi*, 11(2), 81–85.
- Arif Budiantoro H. (2018). Akses Kontrol Pintu Garasi Otomatis Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Android. *Jurnal TeknoSAINS Seri Teknik Komputer*.
- Arini, N. F., Ubaidillah, A., Wibisono, K. A., & Ulum, M. (2020). Identifikasi embrio dalam telur berbasis image processing. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputasi (ELKOM)*, 2(1), 11–19. Retrieved from <https://doi.org/10.32528/elkom.v2i1.3137>
- Aristianto, I. F., Ramdhani, M., Prasetya, I. G., Wibawa, D., S1, P., & Elektro, T. (2020). Rancang Bangun Sistem Sortir Telur Ayam Design Of Chicken Egg Sort System. *E-Proceeding of Engineering*, 7(20).
- D. D. Satya and M. B. D. S. M. Paniran ST. (n.d.). Rancang Bangun Alat Klasifikasi Kualitas Dan Ukuran Telur Ayam Berbasis Pengolahan Citra.



- D. D.Bell, william D. W. (2002). *Commercial Chicken Meat and Egg Production Fifth Edition*. New York: SPRINGER SCIENCE+BUSINESS MEDIA, LLC.
- Harsadi, P. (n.d.). Deteksi Embrio Ayam Berdasarkan Citra Grayscale Menggunakan K-Means Automatic Thresholding.
- M.Arif Khabibulloh, Ir. A. K. M. S. D. Y. P. (2012). Rancang Bangun Sistem Deteksi Embrio Pada Telur Menggunakan Webcam. *JURNAL TEKNIK POMITS*, 1(1), 1–6.
- N. M. S. A. Novita Agustina. (2022). Telur dan kandungannya. *Direktorat Jendral Pelayanan Kesehatan*.
- Nur Aziz Thohari, A., & Dias Ramadhani, R. (2019). Sistem Pengawasan Berbasis Deteksi Gerak Menggunakan Single Board Computer. *JNTETI*, 8(1).
- Perkasa, B. R., Sularsa, A., & Pratondo, A. (2022). Implementasi Klasifikasi Citra Untuk Mendeteksi Embrio Bebek Pada Aplikasi Mobile Menggunakan Artificial Intelligence Image Classification Implementation For Detecting Duck Embryos On Mobile Application With Artificial Intelligence, 8(1), 129.
- Robit Fuadil Fathoni, M., & Melfazen, O. (n.d.). Model Sistem Pendeteksi Kualitas Dan Berat Telur Ayam Horn Berbasis Nodemcu Esp8266 Terintegasi IoT (Internet of ThingS). *SCIENCE ELECTRO*, 13, 2021.
- T. Muthia and F. X. A. S. A. Y. d. Y. E. P. S R Sulistiyanti. (2021). Identifikasi telur fertile dan infertile berbasis suhu. In *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Teknik dan Aplikasi Industri (SINTA)* (pp. 1–5).