

## Deteksi Ikan Segar Secara Realtime dengan YOLOv4 menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN)

Chichi Rizka Gunawan<sup>1\*</sup>, Nurdin<sup>2</sup>, Fajriana<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Magister Teknologi Informasi, Universitas Malikussaleh  
\*email: [chichirizkagunawan@gmail.com](mailto:chichirizkagunawan@gmail.com)

DOI: <https://doi.org/10.31603/komtika.v7i1.8986>

Received: 12-04-2023, Revised: 11-05-2023, Accepted: 12-05-2023

### ABSTRAC.

*Fish is a perishable commodity that requires immediate handling after being released from the sea. For fresh fish, it is evident that without suitable specific processing, the quality of the fish will quickly deteriorate. Everyone definitely wants to get quality fish that is safe, healthy, intact, and halal. In addition, you must understand the distinction between fresh and unfresh fish, sometimes there are rogue traders, and fish that are not fresh are still being sold. so that the product becomes unsafe when consumed and can harm consumers. Over time, people develop knowledge and technology to support and facilitate their work, In order to determine the efficacy and effectiveness of the fish freshness detection algorithm in Yolov4 utilizing the convolutional neural network (CNN) method, this research developed a real-time fresh fish detection system. 13 picture epochs were utilized for testing and 118 image epochs were used for training in this study. Training was carried out for 6000 epochs. The YOLOv4-CNN process is the result of data that has been detected by YOLOv4, and the model will be classified by CNN where previously the image will be resized so that all image data has the same size to facilitate the convolution process activation function, pooling layer, fully connected layer, and object classification procedure come next. Then the results of the classification will be re-implemented in YOLOv4 to determine whether the detection of fresh fish has been done properly or not. The results of detecting fish freshness using the YOLOv4-CNN algorithm can be assessed as working properly. System testing on Yolov4-CNN obtained a MAP of 93.75%, with a precision of 1.00%, a recall of 0.93%, an f-Score of 0.96%, and an average IoU value of 74.17%.*

**Keywords:** Yolov4, CNN, Recall, Precision, F-Score

### ABSTRAK

Ikan merupakan komoditas mudah rusak yang memerlukan penanganan segera setelah dikeluarkan dari laut. Untuk ikan segar dapat dilihat jika tidak diberikan pengolahan khusus yang tepat, kualitas ikan akan menurun dengan hitungan jam. Setiap orang ingin membeli ikan yang halal, aman, sehat, dan berkualitas tinggi. Selain itu juga perlu mengetahui perbedaan ikan yang segar dan tidak segar, terkadang ada pedagang nakal, ikan yang tidak segar masih dijual. Sehingga produk menjadi tidak aman saat dikonsumsi dan dapat merugikan konsumen. Untuk mengetahui akurasi dan performansi algoritma pendeteksi kesegaran ikan di Yolov4 menggunakan metode *convolutional neural network* (CNN), penelitian ini membuat sistem pendeteksi ikan segar secara *realtime*. Seiring waktu, orang mengembangkan pengetahuan dan teknologi untuk mendukung dan memfasilitasi pekerjaan mereka. Penelitian ini menggunakan 118 data citra untuk pelatihan dan 13 data citra untuk pengujian, dengan pelatihan berlangsung selama 6000 *epoch*. Proses YOLOv4-CNN adalah hasil dari data yang telah dideteksi oleh YOLOv4 akan diklasifikasi modelnya oleh CNN dimana sebelumnya citra akan di *resize* sehingga seluruh data citra memiliki ukuran yang sama untuk memudahkan proses konvolusi, dilanjutkan dengan fungsi aktivasi, *pooling layer*, *fully connected layer* dan diakhiri dengan proses klasifikasi objek. Kemudian hasil klasifikasi akan diimplementasikan kembali pada YOLOv4 untuk mengetahui pendeteksian ikan segar telah terdeteksi dengan baik atau tidak. Hasil dari pendeteksian kesegaran ikan menggunakan algoritma YOLOv4-CNN dapat dinilai bekerja dengan baik. Pengujian sistem pada Yolov4-CNN memperoleh MAP sebesar 93.75%, dengan presisi 1.00%, *recall* 0.93%, *f-Score* 0.96% dan juga rata-rata nilai IoU sebesar 74.17%.

**Kata Kunci:** Yolov4, CNN, Recall, Presisi, F-Score

## PENDAHULUAN

Dengan total 37.600 spesies, ikan merupakan kelompok *vertebrata* terbesar, terhitung 17.000 spesies, atau 42,6% dari semua *vertebrata* di seluruh dunia. Ikan adalah sejenis *vertebrata* berdarah dingin yang memiliki insang untuk bernafas dan menggunakan siripnya untuk berenang di air. Tubuh ikan biasanya tertutup sirip, yaitu tulang-tulang tipis yang tersusun dalam lempengan-lempengan. Kulit luar ikan berlendir, sehingga lebih mudah bergerak di dalam air [1].

Ikan merupakan kelompok *vertebrata* yang mudah rusak dan harus segera diolah setelah dikumpulkan dari laut. Kualitas ikan akan menurun tanpa penanganan yang memadai atau pengolahan khusus, seperti yang terlihat dalam beberapa jam setelah ikan baru ditangkap. Segera setelah ikan dikeluarkan dari air, pemrosesan harus dimulai dengan perlakuan panas rendah sambil mempertimbangkan sanitasi. Kesegaran inilah yang menentukan harga jual ikan dan produk ikan lainnya [2].

Tentunya semua orang ingin membeli ikan yang nyaman, sehat, utuh, dan halal. Selain itu kita juga perlu mengetahui perbedaan ikan yang segar dan tidak segar, terkadang ada pedagang nakal, ikan yang tidak segar masih dijual. Oleh karena itu, dalam situasi seperti ini, produk menjadi berbahaya saat dikonsumsi dan dapat merugikan pelanggan [3].

Seiring waktu orang meningkatkan pengetahuan serta teknologi buat menunjang serta memfasilitasi pekerjaan mereka. Salah satu bidang riset yang masih terus tumbuh merupakan kecerdasan buatan ataupun *artificial intelligence* (AI).

Metode kecerdasan buatan yang disebut *machine learning* menggunakan perilaku manusia sebagai model untuk mengotomatisasi atau menyelesaikan masalah. Pembelajaran mesin bertujuan untuk meniru bagaimana orang atau makhluk cerdas lainnya belajar dan menggeneralisasi, seperti namanya. Dua penggunaan utama pembelajaran mesin adalah kategorisasi dan prediksi. Pembelajaran mesin dicirikan oleh proses pelatihan dan pembelajarannya. Akibatnya, data pelatihan diperlukan untuk pembelajaran mesin. penciptaan visi komputer dan bidang lain yang terkait dengan kecerdasan buatan [4].

Visi komputer dapat didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari bagaimana komputer mengenali objek yang dirasakan. Visi komputer memiliki beberapa masalah diantaranya pengenalan objek dan klasifikasi citra [5].

Deteksi objek merupakan kegiatan yang bertujuan untuk memahami klasifikasi, evaluasi konseptual dan lokalisasi objek pada citra. Salah satu isu inti dalam visi komputer adalah deteksi objek, yang sangat penting untuk banyak aplikasi, termasuk klasifikasi gambar. Deteksi objek dapat menawarkan wawasan penting ke dalam semantik gambar dan video. Salah satu bidang paling menarik dalam visi komputer dan kecerdasan buatan saat ini adalah deteksi objek [6].

YOLO (*You Look Only Once*), Karena jaringan saraf memprediksi kuadrat dari seluruh gambar dan probabilitas lapisan terkait segera selama evaluasi, deteksi objek dilakukan dengan sangat cepat. Namun, lebih banyak kesalahan pelokalan dihasilkan dari ini, dan kecepatan pelatihannya agak buruk [7].

Ada beberapa metode untuk mendeteksi dan mengidentifikasi objek salah satunya adalah dengan menggunakan YOLO. Penelitian yang dilakukan oleh Nova Eka Budiyanto, Melisa Mulyadi & Harlianto Tanudjaja pada tahun 2021 dimana tujuan dari penelitian ini adalah menerapkan sistem pendeteksi kemurnian beras pada campuran kontaminan, yang

akan digunakan sebagai parameter nilai dalam menentukan kontaminan yang ditemukan dalam proses deteksi kualitas beras. Penelitian ini berfokus pada identifikasi objek kerikil atau batu selama pembuatan. Identifikasi objek kajian dilakukan dengan menggunakan pendekatan *YOLOv3*. Sistem pendeteksi ini bekerja dengan baik secara keseluruhan. Dengan nilai kerugian sebesar 1,89 pada iterasi ke-1000 dan 0,16 pada iterasi ke-15000, model ini secara dramatis mengurangi kerugian.

*Convolutional Neural Network* (CNN) ialah sistem pembelajaran mendalam yang dapat mengenali banyak fitur gambar sebagai masukan. Deteksi ini kemudian diklasifikasikan untuk membedakan gambar dari kelas lain seperti furnitur, hewan, kendaraan, dan lain-lain. Deteksi ini dilakukan dengan mengolah informasi dari rangkaian piksel yang tersusun dalam *grid* pada citra. Setiap piksel itu sendiri memiliki nilai yang menunjukkan tingkat kecerahan dan warnanya [8]

Pendekatan CNN telah menjadi subjek dari banyak penelitian sebelumnya yang mengamati pemrosesan data gambar digital, termasuk karya Abdul Jalil Rozaqi et al. Dengan menggunakan arsitektur *convolutional neural network* (CNN) dan metode *deep learning* pada tahun 2021, penelitian ini dibagi menjadi tiga kelas yaitu daun sehat, penyakit busuk daun awal, dan penyakit busuk daun. Dari 1152 gambar daun tanaman kentang yang digunakan, 500 gambar adalah penyakit busuk daun, 500 gambar daun tanaman kentang, dan 152 gambar daun sehat dan normal. Temuan penelitian ini sangat menjanjikan karena menghasilkan akurasi pelatihan 95% dan akurasi validasi 94% pada *epoch* ke-10 dengan kumpulan 20 titik data [9]

Pada penelitian yang dilakukan oleh Vandiel Maha Putra Salawozo, dkk. Pada tahun 2019 ini terdapat beberapa metode teknik yang digunakan, salah satunya adalah metode CNN, dimana metode ini dapat digunakan untuk mengklasifikasikan sesuatu berdasarkan fitur sistemnya. Peralatan CCTV berkembang dan mencakup fungsi pemantauan lingkungan untuk keamanan. Oleh sebab itu, pengaplikasian teknik yang akan diimplementasikan dapat dianalisis berdasarkan karakteristik tertentu dari objek yang akan dideteksi atau diidentifikasi. Peneliti juga sampai pada sejumlah kesimpulan lain, termasuk fakta bahwa pendekatan CNN dapat secara akurat mengidentifikasi wajah dalam foto digital dan dapat mendeteksi banyak wajah dalam gambar yang diambil dari film CCTV. 80% objek disimpan dalam *database* dan dapat membedakan objek *non-database* dengan akurasi 40% [10]

Pada karya ini dikembangkan sebuah sistem untuk mengenali objek ikan secara *real time* berdasarkan uraian yang diberikan di atas. Studi ini menggunakan data dari objek terdekat untuk menilai performa dan akurasi algoritma. Oleh karena itu, studi "Deteksi Ikan secara Real-time dengan *YOLOv4* menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN)" dilakukan oleh para peneliti. Diharapkan dengan menerapkan temuan penelitian ini, algoritma pendeteksian objek akan bekerja lebih akurat.

## METODE

Tahap pengumpulan data dimana peneliti mengumpulkan data berupa citra ikan segar dan tidak segar di pasar terdekat. Citra ikan diambil menggunakan smartphone Oppo A12 dengan spesifikasi *dual camera* 13 MP.

Citra ikan yang diperoleh sebanyak 75 citra ikan segar dan 57 citra ikan tidak segar. Seluruh citra ikan di *resize* untuk memudahkan proses konvolusi. Semua citra ikan memiliki

dimensi berukuran 400 x 300. Selanjutnya *dataset* ini akan diberi label secara manual menggunakan *tools* yang tersedia. Proses *labelling* fokus pada mata ikan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses *Labelling* Citra Ikan

Pendekatan YOLOv4-CNN digunakan dalam penelitian ini dengan menggunakan variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol sebagai variabel penelitian.

### Variabel Bebas

Variabel dependen dapat dipengaruhi oleh variabel independen, yaitu variabel yang tidak dipengaruhi oleh faktor lain. Objek yang dipilih secara acak digunakan, dan pencahayaannya seperti terang dan gelap.

### Variabel Terikat

Variabel yang dipengaruhi oleh faktor independen dikenal sebagai variabel dependen. Variabel dependen yang digunakan dalam penyelidikan ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Variabel Terikat

| Variabel         | Keterangan               |
|------------------|--------------------------|
| Akurasi (%)      | Hasil nilai akurasi      |
| Presisi (%)      | Hasil nilai presisi      |
| Sensitivitas (%) | Hasil nilai sensitivitas |
| Spesifisitas (%) | Hasil nilai spesifisitas |

### Variabel Kontrol

Variabel kontrol, yang merupakan konstanta yang dipertahankan selama setiap percobaan. Variabel kontrol disajikan seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Variabel Kontrol

| Variabel               | Keterangan |
|------------------------|------------|
| Sisi pengambilan video | Sisi depan |
| Library                | OpenCV     |
| Algoritma              | YOLOv4     |

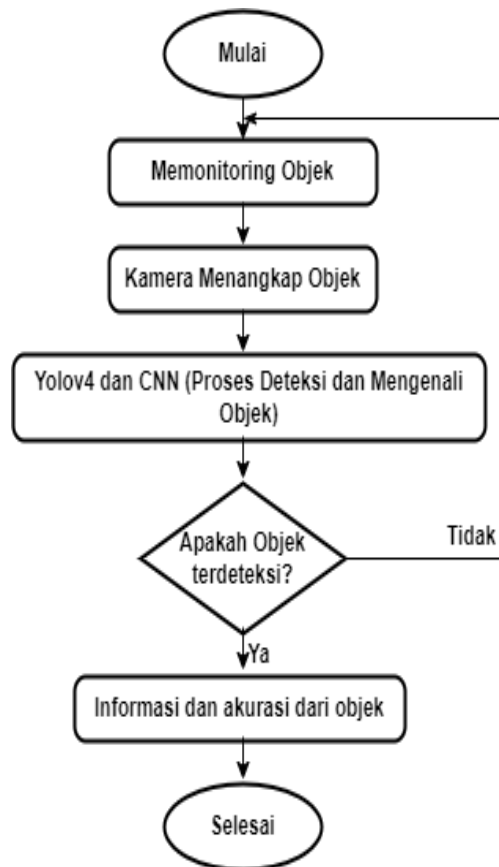
## Gambaran Umum Sistem

### Analisis Objek

Lingkungan peneliti diungkapkan dalam proses pendeteksian sebagai item ikan. Dalam penelitian ini, jumlah cahaya juga dipertimbangkan.

### Analisis Sistem

Suatu sistem akan dikembangkan untuk mendapatkan informasi tentang objek tersebut. Sistem akan mengidentifikasi nama objek menggunakan data dari webcam, dan hasilnya akan memberikan gambaran dan informasi yang akurat tentang objek tersebut. Saat sistem menampilkan layar kamera, pengguna memindai objek sehingga kamera dapat menangkapnya dan mengekstrak informasi darinya. Sistem ini akan dibuat dengan Python dan dieksekusi oleh pengguna menggunakan Google Colab. Selain itu, terdapat fase pelatihan dimana metode YOLO akan dilatih pada setiap *dataset* yang digunakan sebagai data pelatihan. Agar sistem dapat mengenali objek secara akurat dan tepat, semua informasi akan direkam. Alur penelitian disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Sistem

Diagram alir sistem untuk penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2. dimana benda akan dilihat oleh kamera. Saat objek tertangkap oleh kamera, objek tersebut dianalisis untuk identifikasi menggunakan algoritma YOLOv4. Jika suatu objek dikenali oleh kamera, objek tersebut akan ditandai dengan kotak pembatas pada tampilan dan informasi serta

keakuratannya akan diketahui. Jika objek tidak dapat diidentifikasi, sistem akan mengulangi perintah untuk melakukan pemantauan sekali lagi.

Untuk menemukan item, digunakan metode YOLO seperti pada Gambar 3. Teknik pembelajaran mendalam yang disebut YOLOv4 menggunakan jaringan syaraf convolutional (CNN) untuk mengimplementasikan pembelajaran mendalam. Selain itu, YOLOv4 memiliki rasio kecepatan terhadap akurasi tertinggi di seluruh rentang akurasi kecepatan 15 FPS hingga 1774 FPS. Dalam skenario ini, YOLOv4 akan menerima nilai keberadaan kotak pembatas dan skor kepercayaannya.



Gambar 3. Tahapan pada Arsitektur YOLOv4

Untuk menemukan item, digunakan metode YOLO. Ekstraksi fitur menggunakan darknet, dimana darknet digunakan untuk menentukan kelas dan lokasi objek. Berdasarkan kelas yang diekstraksi, objek akan dideteksi. Teknologi CNN diimplementasikan oleh algoritma *deep learning* YOLOv4.

Selain itu, ekstraksi fitur digunakan untuk merampingkan proses CNN dengan mengizinkan data yang masuk sebelum CNN dapat menerima input yang tepat untuk melakukannya. Data yang sebelumnya diubah ukurannya kemudian berusaha untuk menawarkan setiap data dengan ukuran yang sama. Data akan diacak setelah memiliki ukuran yang sama agar CNN dapat belajar lebih efektif karena data yang diacak dapat memberikan input neuron yang bervariasi. Jika semua prosedur selesai, data akan disimpan terlebih dahulu untuk memudahkan CNN berlatih. Memprediksi kelas objek yang dilatih adalah langkah lain dalam proses ini.

Ketika proses training berjalan akan menghasilkan bobot terbaik dimana bobot terbaik ini yang akan digunakan untuk mendeteksi objek yang ditangkap oleh kamera. Setelah itu display

akan menampilkan informasi dan keterangan dari objek dimana informasi yang diperoleh yaitu berupa nilai confidence. Nilai confidence yang berbeda-beda menunjukkan akurasi sistem dalam mendeteksi objek. Jumlah data *True Positive* (TP), *True Negative* (TN), *False Positive* (FP), dan *False Negative* (FN) berdasarkan data yang diuji juga akan ditentukan melalui proses pelatihan ini. Selain itu, selama prosedur pelatihan ini, Anda akan menerima nilai akurasi, presisi, sensitivitas, dan spesifisitas yang dinyatakan dalam persentase (%).

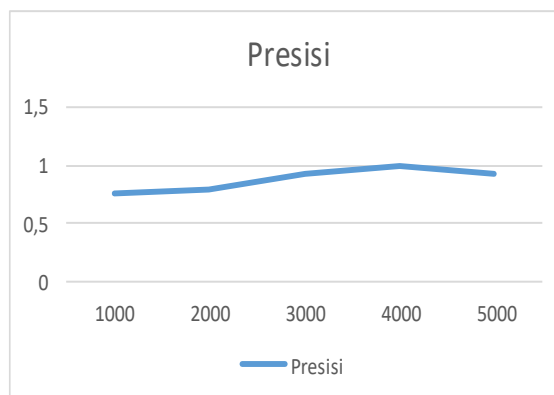
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan berdasarkan 5 tahap *epoch* yang berbeda. Pengujian dilakukan dengan epoch 1000, 2000, 3000, 4000 dan 5000. Hasil dari *Confusion Matrix*, *Presisi*, *Recall* dan *F-Score* disajikan seperti pada tabel 3.

Tabel 3. Rincian Hasil *Confusion Matrix*, *Presisi*, *Recall*, *F-score*

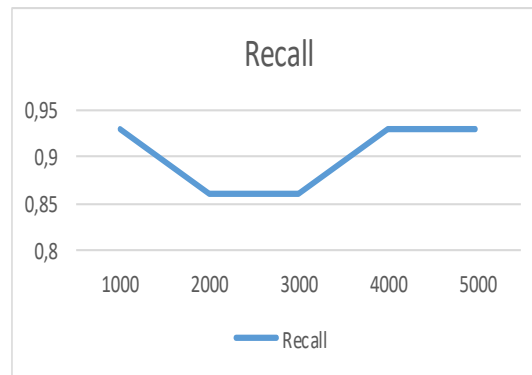
| Epoch | TP | FP | FN | Presisi | Recall | F-Score |
|-------|----|----|----|---------|--------|---------|
| 1000  | 13 | 4  | 1  | 0.76%   | 0.93%  | 0.84%   |
| 2000  | 12 | 3  | 2  | 0.80%   | 0.86%  | 0.83%   |
| 3000  | 12 | 1  | 2  | 0.92%   | 0.86%  | 0.89%   |
| 4000  | 13 | 0  | 1  | 1.00%   | 0.93%  | 0.96%   |
| 5000  | 13 | 1  | 1  | 0.93%   | 0.93%  | 0.93%   |

*True Positive* (TP) berdasarkan tabel diatas ikan segar (*class 0*) dan dari model yang dibuat memprediksi ikan tersebut segar (*class 0*). *False Positive* (FP) merupakan ikan tidak segar (*class 1*) tetapi dari model yang telah memprediksi ikan tersebut segar (*class 0*). *False Negative* (FN) merupakan ikan segar (*class 0*) tetapi dari model yang dibuat memprediksi ikan tersebut tidak segar (*class 1*). Grafik presisi pengujian klasifikasi disajikan seperti pada Gambar 4.



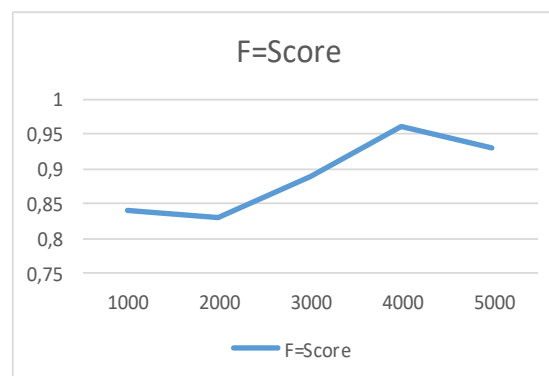
Gambar 4. Grafik Presisi Pengujian Klasifikasi

Presisi menampilkan proporsi prediksi positif yang dibuat dengan benar untuk semua perkiraan positif yang dibuat dengan benar. Selain itu, akurasi menampilkan proporsi yang tepat dari ikan segar dan tidak segar terkait dengan total ikan yang diharapkan. Sedangkan grafik *recall* pengujian klasifikasi disajikan seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik *Recall* Pengujian Klasifikasi

Grafik diatas menunjukkan rasio prediksi positif yang benar pada keseluruhan data positif yang benar. *Recall* juga menunjukkan berapa persentase ikan segar dan tidak segar dibandingkan dengan semua ikan segar dan tidak segar. Grafik *F-Score* pengujian klasifikasi disajikan seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik *F-Score* Pengujian Klasifikasi

*F-score* kontras dengan rata-rata tertimbang presisi dan daya ingat. Menurut temuan yang disebutkan di atas, sistem tidak bekerja dengan baik dalam mengkategorikan tanggapan positif dari setiap jenis, seperti yang ditunjukkan oleh hasil presisi dan penarikan yang buruk, yang juga menunjukkan skor *True Positive* (TP) yang rendah. Nilai presisi dan *recall* yang lebih tinggi karena memiliki nilai *True Positive* (TP) yang lebih tinggi. Namun karena jumlah *False Positive* (FP) yang juga tinggi, menyebabkan nilai *f-score* juga kurang maksimal.

### Pengujian Sistem

Pengujian system dilakukan untuk mendemonstrasikan kinerja sistem. Pengujian sistem juga dilakukan dengan tujuan apakah sistem mengenali objek dengan benar. Dalam pengujian sistem, user mengarahkan objek ke webcam, setelah itu sistem akan menampilkan bounding box dimana terdapat nilai confidence. Nilai *confidence* yang diperoleh berbeda-beda karena adanya perpindahan posisi objek. Berikut pengujian sistem objek ikan yang sama tetapi terdapat perpindahan posisi objek. Hasil pengujian sistem pada penelitian ini disajikan seperti pada tabel 4.



Tabel 4. Pengujian Sistem Objek Ikan

| Objek   | Nilai Confidence | Keterangan       |
|---|------------------|------------------|
|    | 94.07            | Ikan Segar       |
|    | 87,27            | Ikan Segar       |
|    | 91.34            | Ikan Segar       |
|   | 79.54            | Ikan Segar       |
|  | 87.40            | Ikan Tidak Segar |
|  | 91.89            | Ikan Tidak Segar |
|  | 86.16            | Ikan Tidak Segar |

Berdasarkan hasil pengujian diatas objek ikan terdeteksi dengan baik dan sistem dapat menampilkan keterangan disertakan nilai *confidence*. Nilai *confidence* berubah-ubah dikarenakan adanya perpindahan posisi objek. Berdasarkan hasil pengujian nilai *confidence* akan memperoleh nilai tinggi jika jarak objek ikan dengan webcam dekat.

## KESIMPULAN

Menurut temuan penelitian, pengujian sistem membutuhkan koneksi internet yang andal dan gangguan sinyal yang lebih sedikit. Hasil dari pengujian kesegaran ikan menggunakan algoritma YOLOv4-CNN dapat dinilai bekerja dengan baik, dimana hasil dari data yang telah dideteksi oleh metode CNN berupa hasil klasifikasi merupakan ikan segar atau ikan tidak segar. Kemudian hasil klasifikasi tersebut akan diimplementasikan kembali pada YOLOv4 untuk mengetahui pendeteksian ikan segar terdeteksi dengan baik berdasarkan model yang ditentukan. Hasil dari deteksi menghasilkan nilai *confidence* yang berbeda pada setiap frame, hal ini disebabkan objek bergerak dan berpindah posisi. Sistem juga dapat mendeteksi kesegaran ikan dengan baik dengan total 118 data latih dan 13 data uji dan pelatihan dilakukan hingga 5000 *epoch*. Pengujian YOLOv4-CNN juga memperoleh akurasi mAP sebesar 93.75%, dengan presisi 1.00%, *recall* 0.93%, *f-Score* 0.96% dan juga rata-rata nilai IoU sebesar 74.17% penelitian ini menunjukkan performa yang sangat baik dalam pengujiannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Realita, F. Y. Ade, and Dahlia, "Jenis-Jenis Ikan Segar Yang Diperdagangkan Di Pasar Modern," *J. Ilm. Mhs. FKIP*, vol. 1, no. 1, pp. 1–4, 2015, doi: <https://www.neliti.com/id/publications/109870>.
- [2] Z. E. Novia Lestari, Yuwana, "Identifikasi Tingkat Kesegaran dan Kerusakan Fisik Ikan di Pasar Minggu Kota Bengkulu," *J. Pijar MIPA*, vol. XIII, no. 1, pp. 2372–2377, 2018, doi: <https://ejournal.unib.ac.id/index.php/agroindustri/article/download/3882/2165>.
- [3] I. Desmiati, L. Uthary, R. Aryzegovina, and D. E. Putra, "Analisis Pemasaran Ikan Segar Laut Di Kecamatan Padang Utara Kota Padang Dengan Pendekatan SWOT," *J. Pundi*, vol. 06, no. 01, pp. 209–218, 2022, doi: 10.31575/jp.v6i1.413.
- [4] A. Asrianda, H. A. K. Aidilof, and Y. Pangestu, "Machine Learning for Detection of Palm Oil Leaf Disease Visually using Convolutional Neural Network Algorithm," *J. Informatics Telecommun. Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 286–293, 2021, doi: 10.31289/jite.v4i2.4185.
- [5] I. Arifin, R. F. Haidi, and M. Dzalhaqi, "Penerapan Computer Vision Menggunakan Metode Deep Learning pada Perspektif Generasi Ulul Albab," *Teknol. Terpadu*, vol. 7, no. 2, pp. 98–107, 2021, doi: <https://journal.nurulfikri.ac.id/index.php/jtt>.
- [6] R. I. Tiyyar and D. H. Fudholi, "Kajian Pengaruh Dataset dan Bias Dataset terhadap Performa Akurasi Deteksi Objek," *Petir*, vol. 14, no. 2, pp. 258–268, 2021, doi: 10.33322/petir.v14i2.1350.
- [7] E. R. Setyaningsih and M. S. Edy, "YOLOv4 dan Mask R-CNN Untuk Deteksi Kerusakan Pada Karung Komoditi," *Teknika*, vol. 11, no. 1, pp. 45–52, 2022, doi: 10.34148/teknika.v11i1.419.
- [8] M. C. Wujaya and L. W. Santoso, "Klasifikasi Pakaian Berdasarkan Gambar Menggunakan Metode YOLOv3 dan CNN," *Infra*, vol. 9, 2021, doi:

<https://publication.petra.ac.id/index.php/teknik-informatika/article/view/10930>.

- [9] A. J. Rozaqi, A. Sunyoto, R. Arief, M. T. Informatika, and U. A. Yogyakarta, “Deteksi Penyakit pada Daun Kentang Menggunakan Pengolahan Citra dengan Metode Convolutional Neural Network,” pp. 22–31.
- [10] V. M. P. Salawazo, D. P. J. Gea, R. F. Gea, and F. Azmi, “Implementasi Metode Convolutional Neural Network (CNN) pada Pengenalan Objek Video CCTV,” *Mantik Penusa*, vol. 3, no. 1, pp. 74–79, 2019, doi: <http://e-jurnal.pelitanusantara.ac.id/index.php/mantik/article/view/585>.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

---