

Deteksi Objek Makhluk Hidup dalam Filum Arthropoda Menggunakan YOLOv3

^{1st} Arva Adwitya Safarin

Fakultas Informatika

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

¹arvaadwitya@students.telkom
university.ac.id

^{2nd} Ema Rachmawati

Fakultas Informatika

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

emarachmawati@telkomuniver
sity.ac.id

^{3rd} Gamma Kosala

Fakultas Informatika

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

gammakosala@telkomuniversit
y.ac.id

Abstrak-Makhluk hidup yang berasal dari filum Arthropoda merupakan makhluk hidup yang memiliki beragam karakteristik. Karakteristik tersebut bisa dibedakan dengan melihat ordo dari makhluk hidup tersebut. Beberapa jenis makhluk hidup yang ada dalam filum Arthropoda merupakan makhluk sosial. Oleh karena itu, mereka sering ditemukan berada di lokasi yang sama dan berkerumun. Selain itu, sebagian besar spesies yang ada dalam filum Arthropoda memiliki ukuran tubuh yang kecil. Pada tugas akhir ini, metode yang diajukan adalah YOLOv3. YOLOv3 merupakan metode deteksi objek yang memiliki beberapa pembaruan yang memungkinkan metode tersebut lebih mudah mendeteksi objek yang berkerumun dan memiliki ukuran yang kecil. Untuk mengembangkan sistem pendeteksi makhluk hidup dalam filum Arthropoda menggunakan YOLOv3, terdapat 12.082 data citra yang terbagi dalam 7 (tujuh) kelas untuk melatih model tersebut. Hasil terbaik yang didapatkan saat pengujian memakai 1.544 data uji adalah nilai mAP sebesar 57,6% pada IOU 0,5.

Kata kunci - *deep learning*, deteksi objek, You Only Look Once (YOLO), deteksi makhluk hidup

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Deteksi objek merupakan salah satu teknologi yang penting di dunia ini. Dengan teknologi tersebut, komputer dapat mengenali jenis dan lokasi dari suatu objek yang terdapat pada citra. Tidak hanya itu, banyaknya objek yang dikenali bisa lebih dari satu.

Objek-objek yang dapat dideteksi oleh komputer sudah beragam. Hal tersebut bukanlah suatu masalah karena komputer dapat mendeteksi suatu objek jika terdapat data yang dapat digunakan sebagai bahan “belajar” komputer tersebut. Salah satu permasalahan pada teknologi deteksi objek adalah lokasi dari objek yang ada pada citra. Terdapat suatu kasus jika objek tersebut terlalu kecil, maka objek tersebut sulit terdeteksi oleh komputer. Selain permasalahan yang disebutkan tadi, komputer juga kesulitan mendeteksi objek-objek yang berada di lokasi yang sama.

Permasalahan lain yang ditemukan saat mendeteksi objek adalah pendeteksian objek-objek yang berada di kelas yang sama tetapi kedua objek tersebut memiliki karakteristik yang berbeda.

Beberapa jenis makhluk hidup yang berada dalam filum Arthropoda merupakan makhluk sosial [1]. Kebanyakan makhluk hidup dari filum tersebut memiliki tubuh yang kecil dan sering berkelompok pada saat berpergian. Contohnya adalah lebah, tawon, dan semut yang berada dalam ordo Hymenoptera. Tingkat kesulitan dalam mendeteksi makhluk hidup dalam filum Arthropoda meningkat jika proses deteksi dan klasifikasi dilakukan pada tingkat ordo. Pada tingkat ordo, objek yang dideteksi memiliki ciri fisik yang beragam. Contohnya ordo Hymenoptera yang berisi spesies lebah, tawon, dan semut. Ketiga spesies tersebut memiliki ciri fisik yang berbeda satu sama lain.

Metode deteksi objek YOLO (You Only Look Once) pernah dipakai untuk memecahkan permasalahan ini [2]. Walaupun berhasil diterapkan, pada versi ini belum ada teknik yang diimplementasikan untuk menyelesaikan permasalahan deteksi objek dengan ukuran kecil dan berkerumun. YOLOv3 merupakan metode yang lebih baik dalam mendeteksi objek-objek kecil karena memiliki arsitektur yang lebih dalam dan proses pendeteksian dilakukan pada 3 ukuran citra berbeda [3].

B. Topik dan Batasannya

Berdasarkan latar belakang, maka topik yang dibahas pada tugas akhir ini adalah bagaimana membangun sistem deteksi objek makhluk hidup dalam filum Arthropoda pada citra menggunakan YOLOv3. Selain itu, pada tugas akhir ini juga membahas keunggulan sistem deteksi objek YOLOv3 dalam mendeteksi objek makhluk hidup dalam filum Arthropoda jika dibandingkan dengan YOLO versi pertama. Adapun batasan pada tugas akhir ini adalah kelas yang dapat dikenali hanya ada

7 (tujuh), yaitu *Araneae*, *Coleoptera*, *Diptera*, *Hemiptera*, *Hymenoptera*, *Lepidoptera*, dan *Odonata*. Dataset yang digunakan berisi citra yang tidak melalui proses rekayasa fitur apapun kecuali augmentasi data. Untuk evaluasi, metrik evaluasi yang digunakan adalah *Mean Average Precision* (mAP).

C. Tujuan

Mengacu pada topik dan batasan, tujuan dari tugas akhir ini adalah merancang dan menganalisis sistem deteksi objek makhluk hidup dalam filum Arthropoda menggunakan YOLOv3 dan mengetahui kinerja YOLOv3 dalam mendeteksi makhluk hidup dalam filum Arthropoda memakai perhitungan *Mean Average Precision* (mAP).

II. KAJIAN TEORI

Klasifikasi dan pendeteksian objek sebelumnya sudah pernah diteliti terhadap objek serangga dan makhluk hidup lainnya yang masih berasal dari filum Arthropoda. Salah satu penelitian yang pernah dilakukan adalah penelitian berupa tugas akhir mahasiswa yang mengangkat permasalahan hama serangga. Penelitian tersebut berjudul “Pengenalan Jenis Hama Serangga Menggunakan Algoritma *Convolutional Neural Network* Dengan Arsitektur *MobileNetV2*” [4]. Penelitian tersebut memakai dataset “IP102” yang berisi 75.000 citra yang terbagi menjadi 102 kelas jenis serangga. Dalam penelitian tersebut, metode-metode yang diimplementasikan adalah *Dynamic Learning Rate*, *Cutmix*, dan *Sparse Regularization*. Akurasi tertinggi yang didapatkan adalah 0,7132.

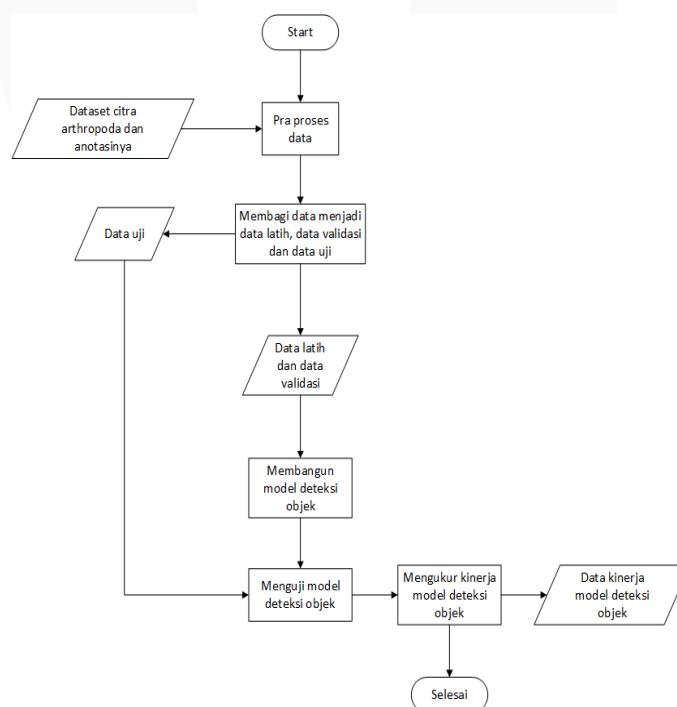
Penelitian lainnya pernah dilakukan oleh Denan Xia, et al., 2018, yang berjudul “*Insect Detection and Classification Based on an Improved Convolutional Neural Network*” [5]. Penelitian tersebut memakai 4800 data citra sebagai citra uji yang terbagi menjadi 24 spesies serangga. Terdapat 480 data citra sebagai citra uji. Model CNN yang digunakan berbasis VGG19 dan *Region Proposal Network* (RPN) [16, 17]. VGG19 digunakan untuk proses ekstraksi fitur sedangkan RPN digunakan untuk proses pendeteksian objek. Hasil akhir menunjukkan metode yang diusulkan mendapatkan nilai mAP sebesar 0,8922 pada IOU 0,5.

III. METODE

Pada bagian ini, penulis menjelaskan beberapa hal yang berkaitan dengan pengembangan model deteksi objek YOLOv3 untuk mendeteksi hewan dalam filum Arthropoda. Penjelasan dimulai dari pemaparan mengenai desain alur pengembangan model deteksi objek YOLOv3, dataset yang digunakan, perangkat keras dan perangkat lunak yang dibutuhkan, konfigurasi hyperparameter, dan gambaran umum proses pelatihan dan pengujian model deteksi objek YOLOv3.

A. Alur Pengembangan Model Deteksi Objek YOLOv3

Berikut ini adalah desain dan alur pemodelan dari sistem yang dibuat. Desain sistem yang dibuat adalah pendeteksian makhluk hidup dalam filum Arthropoda menggunakan YOLOv3. Flowchart desain sistem dapat dilihat pada Gambar 1.



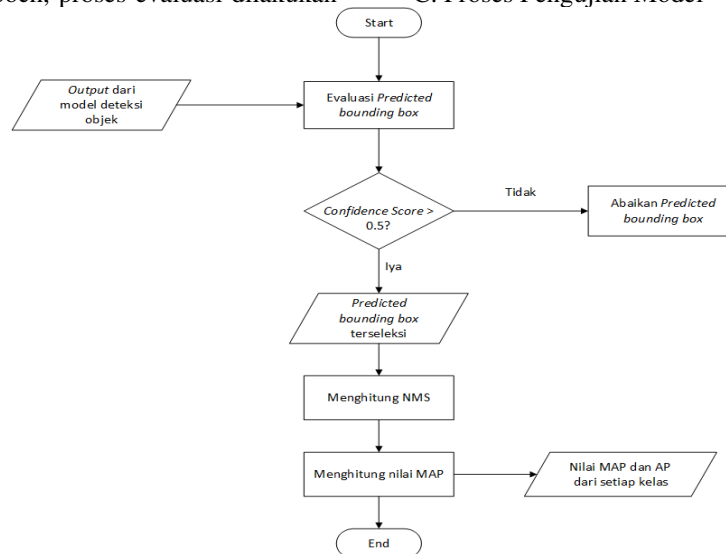
GAMBAR 1.
FLOWCHART ALUR PEMODELAN

B. Proses Pelatihan dan Evaluasi Model

Proses pelatihan model deteksi objek mengikuti konfigurasi yang telah didefinisikan. Data citra latih yang sudah melewati tahap pra proses dikelompokkan dengan jumlah per kelompok mengikuti parameter batch size. Total kelompok data yang dibuat sebanyak 385 kelompok. Proses pelatihan model deteksi objek dilakukan sebanyak 80 epoch. Rata-rata durasi yang dibutuhkan pada satu epoch adalah 30 menit. Setiap 5 epoch, proses evaluasi dilakukan

untuk mengetahui kinerja sementara dari model deteksi objek yang sedang dikembangkan. Metrik akurasi kelas dan mAP digunakan untuk evaluasi tersebut. Selain proses evaluasi, proses checkpoint juga dilakukan untuk menyimpan konfigurasi dan weight model sementara. Hal ini dilakukan untuk mencegah terjadinya kehilangan progress dari model yang sedang dikembangkan jika terjadi kegagalan dalam proses pelatihan.

C. Proses Pengujian Model



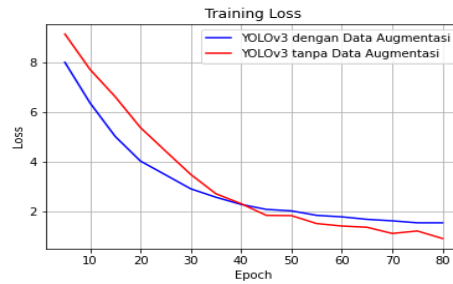
GAMBAR 2.
FLOWCHART ALUR PENGUJIAN MODEL MEMAKAI DATASET UJI

Setelah proses pelatihan model dan evaluasi deteksi objek berakhir, selanjutnya adalah proses pengujian model deteksi objek. Pengujian dilakukan dengan cara menghitung nilai mAP dari model deteksi objek yang sudah dikembangkan. Langkah pertama yang dilakukan adalah mengevaluasi *predicted bounding box* yang dihasilkan oleh model. Dalam *evaluasi predicted bounding box*, box-box yang dihasilkan oleh model deteksi objek diseleksi dengan *confidence threshold* (*Confidence Threshold* = 0,5). Box-box yang *confidence threshold*-nya lebih dari 0,5 akan diseleksi pada tahap selanjutnya. Langkah selanjutnya adalah perhitungan NMS (*Non Max Suppression*). Pada perhitungan NMS, *predicted bounding box* terbaik akan dipilih berdasarkan hasil perhitungan IOU. Jika suatu *bounding box* menghasilkan nilai IOU melebihi NMS IOU *Threshold* (area overlap besar saat digabung dengan *predicted bounding box* dengan *confidence score* tertinggi), maka *bounding box* tersebut akan dikeluarkan dari daftar *predicted bounding box* dari objek tersebut. *Predicted*

bounding box yang tersisa akan digunakan untuk menghitung mAP. Pada penghitungan nilai mAP, langkah pertama yang dilakukan adalah mencari nilai *Average Precision* (AP) dari setiap kelas. Setelah itu hitung rata-rata dari nilai-nilai AP yang ditemukan. *Flowchart* proses pengujian model dapat dilihat pada Gambar 2.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

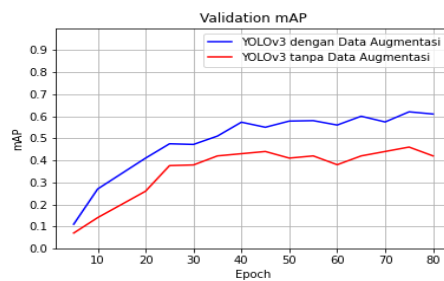
Bab ini berisi hasil dan analisis dari pengujian yang dilakukan pada model deteksi objek yang sudah dikembangkan. Pada bab ini akan diperlihatkan kinerja dari model deteksi objek pada 2 kondisi, yaitu kondisi saat memakai data augmentasi dan saat tidak memakai data augmentasi. Selain itu, *baseline* (YOLO) akan digunakan untuk membandingkan perbedaan kinerja dari model deteksi objek yang dikembangkan (YOLOv3). Berikut ini adalah Gambar 3 yang berisi grafik yang memperlihatkan perkembangan proses pelatihan model.



(a)



(b)



(c)

GAMBAR 3.

GRAFIK PERKEMBANGAN PROSES PELATIHAN MODEL DETEKSI OBJEK (A) PERGERAKAN MAP SAAT PELATIHAN (B) PERGERAKAN *TRAINING LOSS* (C) PERGERAKAN MAP SAAT VALIDASI

A. Hasil Pengujian

Untuk perbandingan, YOLOv1 digunakan sebagai *baseline* untuk melihat kemajuan dalam aspek kinerja yang diperoleh oleh model YOLOv3. *Hyperparameter* yang digunakan pada YOLOv1 sama dengan yang digunakan oleh model YOLOv3.

Perbandingan antara YOLOv1 dengan YOLOv3 dengan data augmentasi dapat dilihat pada Tabel 10 dan perbandingan yang tidak memakai data augmentasi dapat dilihat pada Tabel 11.

TABEL 1.

AP SETIAP KELAS DAN MAP@0,5 DARI MODEL YOLO DAN YOLOV3 DENGAN DATA AUGMENTASI PADA *EPOCH* 80

Model	Average Precision							mAP@0,5
	Araneae	Coleoptera	Diptera	Hemiptera	Hymenoptera	Lepidoptera	Odonata	
YOLOv3 dengan Data Augmentasi	0,6355	0,5341	0,4699	0,5822	0,4481	0,6067	0,7563	0,5760
YOLO dengan Data Augmentasi	0,3076	0,1160	0,1583	0,3039	0,0887	0,1378	0,5616	0,2391

TABEL 2.

AP SETIAP KELAS DAN MAP@0.5 DARI MODEL YOLO DAN YOLOV3 TANPA DATA AUGMENTASI PADA *EPOCH* 80

Model	Average Precision							mAP@0,5
	Araneae	Coleoptera	Diptera	Hemiptera	Hymenoptera	Lepidoptera	Odonata	
YOLOv3 tanpa Data Augmentasi	0,4516	0,4015	0,2793	0,4024	0,2566	0,3943	0,6432	0,4041
YOLO tanpa data augmentasi	0,2125	0,0781	0,1774	0,2581	0,0484	0,1332	0,4671	0,1964

B. Analisis Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil terakhir yang didapatkan, model dengan mAP tertinggi adalah model YOLOv3 dengan data augmentasi yang memperoleh nilai mAP 0,5760. Nilai AP setiap kelas dari model tersebut cukup bervariasi. Terdapat 2 kelas dengan nilai *average precision* tertinggi, yaitu kelas *Araneae* dan *Odonata* yang masing-masing nilai AP-nya adalah 0,6355 dan 0,7563. Jika dilihat dari objek yang ada di kelas tersebut, objek-objek dari kelas tersebut memiliki karakteristik yang hampir sama, sehingga tidak terlalu sulit untuk mendeteksi objek-objek tersebut.

Neural Network Dengan Arsitektur MobileNetV2". Sarjana thesis, Universitas Brawijaya.

[5] Xia, Denan, Peng Chen, Bing Wang, Jun Zhang, and Chengjun Xie. (2018). "Insect Detection and Classification Based on an Improved Convolutional Neural Network" *Sensors* 18, no. 12: 4169. <https://doi.org/10.3390/s18124169>

V. KESIMPULAN

Model untuk mendeteksi objek makhluk hidup dalam filum arthropoda pada 7 kelas menggunakan YOLOv3 berhasil dikembangkan dan mendapatkan nilai mAP pada IOU 0,5 sebesar 0,5760. Nilai AP pada setiap kelas bervariasi karena setiap kelas memiliki beban deteksi objek yang berbeda-beda. Semakin bervariasi karakteristik objek pada suatu kelas, semakin sulit untuk mendapatkan nilai AP tinggi. Selain itu, jika karakteristik suatu objek dari suatu kelas memiliki kemiripan dengan karakteristik dari kelas lain, maka kelas tersebut akan semakin sulit juga mendapatkan nilai AP tinggi.

REFERENSI

- [1] Britannica, The Editors of Encyclopaedia. (2018). "social insect". <https://www.britannica.com/animal/social-insect> (Accessed 20 November 2021).
- [2] Lakshmanan, V., Martin Görner, & Ryan Gillard. (2021). "Chapter 4. Object Detection and Image Segmentation". O'Reilly Media, Inc. <https://www.oreilly.com/library/view/practical-machine-learning/9781098102357/ch04.html>
- [3] Redmon, J., & Farhadi, A. (2018). "YOLOv3: An Incremental Improvement". <http://arxiv.org/abs/1804.02767>
- [4] Setiawan, Adhi. (2021). "Pengenalan Jenis Hama Serangga Menggunakan Algoritma Convolutional