

Machine Learning Pengenalan Herpetofauna Dilindungi Di Indonesia

Yasir Hasan

Fakultas Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Budi Darma, Medan

ARTICLE INFORMATION

Received: September 2023

Revised: September 2023

Available online: Oktober 2023

KEYWORDS

Machine_learning, herpetofauna, classification.
YOLO

CORRESPONDENCE

Phone: +6281375557689

E-mail: yasirhasan.kom@gmail.com

ABSTRACT

The population of herpetofauna animals in Indonesia is decreasing due to hunting, habitat destruction, and illegal trade. Apart from that, there is very little introduction to Herpetofauna among reptiles and amphibian lovers. There are also many cases of ownership and buying and selling of reptiles and amphibians that end with the forced taking of these Herpetofauna animals and even imprisonment for not having permission from the government. The problem of lack of knowledge about the types of Herpetofauna is one of the causes of the rarity of these animals which will become extinct in the future. Therefore, more effective and efficient conservation support efforts are needed in the form of research based on artificial intelligence to identify protected Herpetofauna animals in Indonesia. This research uses Machine Learning technology and the method used for segmentation is Deep Learning which is included in the YOLO stage and is very supportive in edge detection, color change, and classification. The use of this technology is implemented in a GUI application built in Python which can be used as a detection tool for the types of herpetofauna found in nature, in captivity, or in reptile trading markets. Therefore, Machine Learning Research Herpetofauna is very important to contribute to the government's conservation efforts to protect Herpetofauna and is expected to be sustainable for future generations.

PENDAHULUAN

Herpetofauna atau kelompok hewan yang terdiri dari reptil dan amfibi banyak terdapat di Indonesia. Spesies-spesies herpetofauna diantaranya banyak dilindungi atau masuk dalam kategori hewan langka dan terancam punah [1]. Di Indonesia, Undang-Undang yang menjelaskan herpetofauna dilindungi dengan Nomor 5 Tahun 1990 yang berisi tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya, selain itu terdapat Peraturan Pemerintah Nomor 7 Tahun 1999 tentang Pengawetan Jenis Tumbuhan dan Satwa [2]. Di Indonesia memiliki herpetofauna dilindungi di antaranya: ular sanca bodo (*Python reticulatus*), ular piton hijau (*Chondropython viridis*), kadal Sulawesi (*Lepidodactylus lugubris*), kura-kura sulawesi (*Heosemys spinosa*), katak terbang (*Rhacophorus reinwardtii*), dan banyak lagi [1]. Perlindungan herpetofauna dilindungi di Indonesia dilakukan dengan cara melarang pemburuannya, melarang perdagangan, serta melakukan pemantauan dan pengawasan terhadap habitat dan populasi herpetofauna tersebut. Kegiatan pelepasliaran dan penangkaran juga dilakukan untuk memperkuat populasi herpetofauna dilindungi di Indonesia [3].

Pemantauan dan pengawasan terhadap populasi herpetofauna dilindungi di Indonesia sangat penting namun masih kurang penerapannya, selain itu juga memerlukan waktu, tenaga dan biaya yang besar. Upaya dukungan yang tepat adalah mengharapkan kepada masyarakat yang hendak melakukan perburuan, perdagangan, dan pemeliharaan harus mengetahui dan mengenal hewan-hewan Herpetofauna yang dilindungi, sehingga dapat terhindar dari sanksi pidana dan denda yang sangat berat. Oleh karena itu, diperlukan suatu teknologi yang dapat membantu masyarakat untuk mengenal Herpetofauna dilindungi secara lebih efektif dan efisien. Teknologi untuk pengenalan ini disebut pembelajaran berbasis ilmu komputer yaitu *Machine Learning*.

Machine Learning cabang dari kecerdasan buatan yang memungkinkan komputer untuk belajar dari data yang diberikan dan meningkatkan kinerjanya seiring dengan semakin banyaknya data yang diproses. Teknologi *Machine Learning* ini banyak digunakan pada berbagai bidang seperti pengenalan wajah, analisis sentimen, pengenalan suara, dan masih banyak lagi [4]. *Machine Learning* juga merupakan salah satu teknologi yang sangat potensial untuk membantu memecahkan masalah kompleks yang sulit diselesaikan dengan pendekatan tradisional [5]. Namun, penggunaan teknologi *Machine Learning* ini juga memerlukan data yang berkualitas, algoritma yang tepat, dan kemampuan dalam memahami dan memanfaatkan hasil yang diperoleh [6]. Tingkat lanjutnya adalah *Deep Learning* yaitu subbidang *Machine Learning* yang menggunakan jaringan saraf tiruan (*artificial neural networks*) untuk melakukan pemrosesan data. Ini sangat efektif dalam memahami pola-pola yang rumit dalam data seperti gambar, suara, dan teks [7], [8]. *Machine Learning* ditujukan sebagai sistem yang mampu belajar dengan sendirinya dan memutuskan sesuatu tanpa harus berulang kali diprogram oleh manusia sehingga komputer menjadi semakin cerdas dengan cara belajar dari pengalaman data yang dimiliki komputer tersebut [8][9]–[11].

Salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk mengenal herpetofauna dilindungi di Indonesia adalah teknologi *Machine Learning* [5]. Penerapan *Machine Learning* Herpetofauna dilindungi menjadi hal yang sangat penting untuk menjaga keberlangsungan hidup spesies herpetofauna dan keanekaragaman hayati di Indonesia. Herpetofauna dilindungi di Indonesia merupakan bagian penting dari keanekaragaman hayati yang ada di Indonesia, namun kondisi habitat alami mereka semakin terancam akibat perubahan iklim, perambahan hutan, dan aktivitas manusia lainnya.

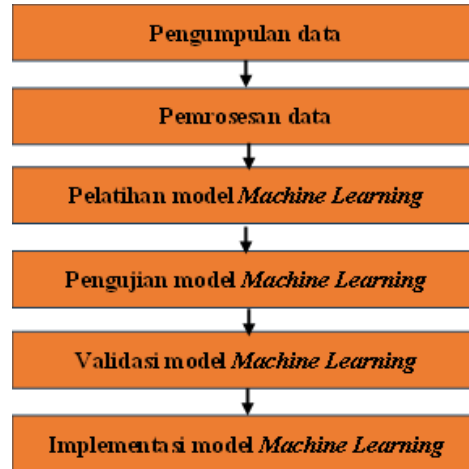
Penerapan teknologi pengenalan jenis-jenis Herpetofauna menggunakan *tool website* RoboFlow, YOLO, dan Google Colab. RoboFlow berguna untuk seleksi bounding box, anotasi label, pembentukan dataset, penerapan fitur segmentasi, dan augmentasi. YOLO digunakan untuk mendeteksi objek yang terdapat pada dataset menggunakan *convolutional neural networks* (CNN) yang diterapkan di dalamnya. YOLO adalah model yang kuat untuk deteksi objek *real-time* karena dapat secara cepat dan efisien mendeteksi objek dalam gambar atau video [12]. Sedangkan Google Colab untuk pembuatan aplikasi berdasarkan pemrograman Python. Python dikembangkan oleh Guido Van Rossum pada tahun 1989 dan Versi *stable* yaitu Python 1.0 yang dirilis pada tahun 1991 [13]. Dengan demikian penggunaan RoboFlow dan YOLO berfungsi untuk mempermudah pengolahan awal dan pengolahan persiapan deteksi objek yang dilakukan untuk pembuatan aplikasi pengenalan Herpetofauna dengan pemrograman Python.

Penelitian mengenai *Machine Learning* Herpetofauna Dilindungi di Indonesia diharapkan dapat memberikan kontribusi yang besar bagi upaya konservasi herpetofauna dilindungi. Melalui penelitian ini, dapat dikembangkan suatu sistem pengenalan jenis-jenis Herpetofauna dilindungi yang lebih efektif dan efisien, sehingga menghindarkan masyarakat dalam kegiatan ilegal dan dengan

mengenal Herpetofauna menjadi upaya melindungi hewan-hewan yang dilindungi dapat dilakukan secara lebih optimal dan berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian dalam pengenalan herpetofauna menggunakan YOLO merupakan pendekatan yang unik dan inovatif dalam mengatasi tantangan identifikasi dan klasifikasi berbagai jenis hewan herpetofauna, namun perhitungan yang rumit tidak terlihat karena YOLO ini memanfaatkan teknologi *deep learning* yang dilengkapi *convolutional neural networks* (CNN) untuk secara otomatis mendeteksi dan mengenali objek dalam gambar dan video.



Gambar 1. Aliran penelitian

Metode penelitian *Machine Learning* Pengenalan Herpetofauna Dilindungi di Indonesia di atas dijelaskan dari aliran penelitiannya sebagai berikut:

1. Pengumpulan data: Data dikumpulkan dari berbagai sumber, literatur, dan basis data publik.
2. Pemrosesan data: Data yang telah dikumpulkan kemudian diproses dengan menggunakan teknik-teknik pemrosesan data untuk mempersiapkan data untuk diproses dengan teknik *Machine Learning*.
3. Pembuatan model *Machine Learning*: Pada tahap ini, model *Machine Learning* dikembangkan dengan menggunakan teknik-teknik *Machine Learning* yang sesuai dengan tujuan penelitian. Beberapa teknik *Machine Learning* yang mungkin digunakan termasuk regresi, klasifikasi, *clustering*, dan *neural networks*.
4. Pelatihan model *Machine Learning*: Model *Machine Learning* yang telah dibuat kemudian dilatih dengan menggunakan data pelatihan. Proses pelatihan ini bertujuan untuk mengoptimalkan model dan memperbaiki akurasi dan kinerjanya.
5. Pengujian model *Machine Learning*: Setelah model dilatih, tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian model untuk mengevaluasi kinerjanya. Pengujian model dilakukan dengan menggunakan data uji yang belum pernah dilihat oleh model sebelumnya.
6. Validasi model *Machine Learning*: Validasi model *Machine Learning* dilakukan dengan menggunakan teknik *cross-validation* atau teknik lainnya untuk mengevaluasi kinerja model dan memastikan keandalannya.
7. Implementasi model *Machine Learning*: Setelah model *Machine Learning* diuji dan divalidasi, tahap selanjutnya adalah mengimplementasikannya pada sistem pemantauan dan pengawasan herpetofauna dilindungi di Indonesia. Model *Machine Learning* dapat digunakan untuk mengenal jenis-jenis herpetofauna.

4.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data gambar untuk pengenalan herpetofauna menggunakan teknik *Machine Learning* melibatkan beberapa langkah penting. Bagaiannya mengenali jenis-jenis Herpetofauna, mengumpulkan gambar sampel, anotasi gambar dan memberikan label, serta penyusunan dataset.

1. Jenis-jenis Herpetofauna

Herpetofauna hewan yang termasuk ke dalam kelompok jenis-jenis amfibi dan reptil. Sampai saat ini, di dunia telah dideskripsi 8.007 jenis amfibi dan 10.970 jenis reptil. Indonesia memiliki jumlah jenis amfibi sebanyak 409 jenis dan 755 jenis reptil. Hal ini membuat Indonesia menempati peringkat ke-7 dalam jumlah kekayaan jenis amfibi dunia dan peringkat ke-4 dalam jumlah kekayaan jenis reptil di dunia [1].

Sistem perlindungan ini mengacu pada Undang-Undang No 5 Tahun 1990 (UU No. 5/1990) tentang Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistemnya yang selanjutnya diatur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 7 Tahun 1999 (PP No. 7/1999) tentang Pengawetan Tumbuhan dan Satwa Liar. Untuk lampiran PP No. 7/1999 mencakup daftar jenis Tumbuhan dan Satwa Liar (TSL) yang dilindungi. Di dalam dalam daftar tersebut terdapat 31 jenis reptil yang dilindungi, namun untuk kelas amfibi, namun belum ada satu jenis pun yang dimuat sebagai jenis dilindungi dalam lampiran tersebut [1].

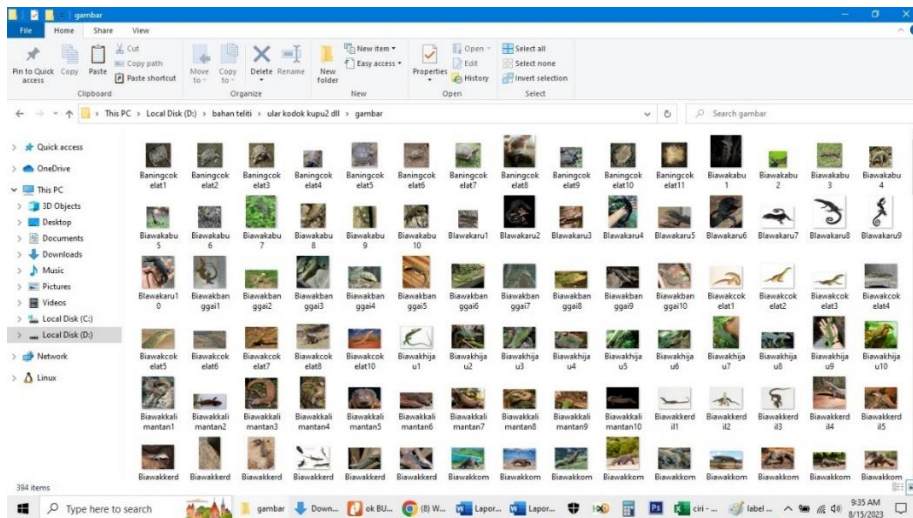
Tabel 1. Daftar jenis Herpetofauna yang dilindungi

No	Kategori	Famili	Nama Ilmiah	Nama Indonesia
695	Kodok	<i>Bufonidae</i>	<i>Leptophryne cruentata</i>	kodok merah

No	Kategori	Famili	Nama Ilmiah	Nama Indonesia
696	Bunglon	<i>Agamidae</i>	<i>Chlamydosaurus kingii</i>	soa payung
697	Kura-kura	<i>Carettochelyidae</i>	<i>Carettochelys insculpta</i>	labi – labi moncong babi
698	Kura-kura	<i>Chelidae</i>	<i>Chelodina mccordii</i>	kura - kura rote
699	Kura-kura	<i>Chelidae</i>	<i>Chelodina novaeguineae</i>	kura - kura papua leher panjang
700	Penyu	<i>Cheloniidae</i>	<i>Caretta caretta</i>	penyu bromo
701	Penyu	<i>Cheloniidae</i>	<i>Chelonia mydas</i>	penyu hijau
702	Penyu	<i>Cheloniidae</i>	<i>Eretmochelys imbricata</i>	penyu sisik
703	Penyu	<i>Cheloniidae</i>	<i>Lepidochelys olivacea</i>	penyu lekang
704	Penyu	<i>Cheloniidae</i>	<i>Natator depressus</i>	penyu pipih
705	Buaya	<i>Crocodyllidae</i>	<i>Crocodylus novaeguineae</i>	buaya irian
706	Buaya	<i>Crocodyllidae</i>	<i>Crocodylus porosus</i>	buaya muara
707	Buaya	<i>Crocodyllidae</i>	<i>Crocodylus siamensis</i>	buaya siam
708	Buaya	<i>Crocodyllidae</i>	<i>Tomomistoma schlegelii</i>	buaya sinyulong
709	Penyu	<i>Dermochelyidae</i>	<i>Dermochelys coriacea</i>	penyu belimbing
710	Kura-kura	<i>Geoemydidae</i>	<i>Batagur affinis</i>	biuku
711	Kura-kura	<i>Geoemydidae</i>	<i>Batagur borneensis</i>	beluku
712	Kura-kura	<i>Geoemydidae</i>	<i>Orlitia borneensis</i>	bajuku
713	Biawak	<i>Lanthanotidae</i>	<i>Lanthanotus borneensis</i>	biawak kalimantan
714	Ular	<i>Pythonidae</i>	<i>Malayopython timoriensis</i>	sanca timor
715	Ular	<i>Pythonidae</i>	<i>Morelia viridis</i>	sanca hijau
716	Ular	<i>Pythonidae</i>	<i>Python bivittatus</i>	sanca bodo
717	Ular	<i>Pythonidae</i>	<i>Simalia boeleni</i>	sanca bulan
718	Kura-kura	<i>Testudinidae</i>	<i>Manouria emys</i>	kura - kura kaki gajah
719	Kura-kura	<i>Trionychidae</i>	<i>Chitra chitra</i>	labi - labi bintang
720	Biawak	<i>Varanidae</i>	<i>Varanus auffenbergi</i>	biawak rote
721	Biawak	<i>Varanidae</i>	<i>Varanus beccarii</i>	biawak aru
722	Biawak	<i>Varanidae</i>	<i>Varanus boehmei</i>	biawak waigeo
723	Biawak	<i>Varanidae</i>	<i>Varanus indicus</i>	biawak maluku
724	Biawak	<i>Varanidae</i>	<i>Varanus komodoensis</i>	biawak komodo
725	Biawak	<i>Varanidae</i>	<i>Varanus melinus</i>	biawak banggai
726	Biawak	<i>Varanidae</i>	<i>Varanus nebulosus</i>	biawak abu-abu
727	Biawak	<i>Varanidae</i>	<i>Varanus panoptes</i>	biawak coklat
728	Biawak	<i>Varanidae</i>	<i>Varanus prasinus</i>	biawak hijau
729	Biawak	<i>Varanidae</i>	<i>Varanus reisingeri</i>	biawak misool
730	Biawak	<i>Varanidae</i>	<i>Varanus similis</i>	biawak kerdil
731	Biawak	<i>Varanidae</i>	<i>Varanus timorensis</i>	biawak timor
732	Biawak	<i>Varanidae</i>	<i>Varanus togianus</i>	biawak togian

2 Mengumpulkan gambar sampel

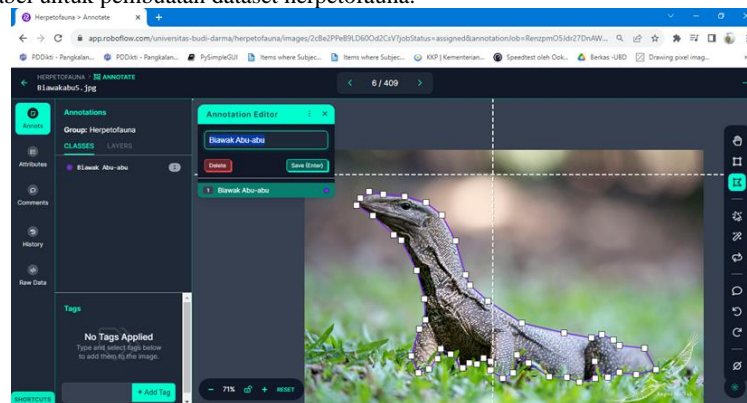
Pengumpulan Sampel: mengumpulkan berbagai sampel gambar herpetofauna yang beragam dari berbagai sumber dari media Internet. Pengumpulan sampel gambar dari tujuh Herpetofauna yang terdiri dari 38 jenis Herpetofauna. Masing-masing Herpetofauna minimal 10 gambar, dan ada yang 11 gambar, 12 gambar, serta 15 gambar, dengan demikian total gambar yang didapatkan adalah 406 gambar.



Gambar 2. Data gambar Herpetofauna yang dikumpulkan

3. Anotasi Data dan Labeling

Teknik Anotasi Data dan memberi label pada gambar menggunakan tool web Roboflow. Setiap objek atau fitur yang ada pada gambar diberikan label untuk pembuatan dataset herpetofauna.



Gambar 3. Seleksi area objek dengan *Polygon tool*

4. Penyusunan Dataset

Dataset ini berisi gambar-gambar herpetofauna bersama dengan label atau anotasi yang sesuai. Dataset ini akan menjadi dasar untuk melatih model *Machine Learning* menggunakan YOLO. *You Only Look Once* (YOLO) jenis model deteksi objek dalam pemrosesan citra dan bisa digunakan untuk mendeteksi bentuk-bentuk objek. YOLO adalah model yang kuat untuk deteksi objek *real-time* karena dapat secara cepat dan efisien mendeteksi objek dalam gambar atau video [12]. YOLO juga mengenali dan memetakan objek ke dalam kategori kelas yang telah dilatih sebelumnya. Untuk mendeteksi objek dengan YOLO, perlu melatih model menggunakan dataset yang mencakup berbagai gambar objek tersebut, serta melakukan label dan pelatihan untuk kelasnya atau kategori yang sesuai. YOLO terbaru adalah YOLOv8, namun YOLOv5 adalah model yang populer sampai saat ini. Untuk melatih dataset dengan YOLOv5 dan menghasilkan model dalam format .pt, ikuti beberapa langkah. Berikut adalah panduan singkatnya [14], [15]:

1. **Persiapan Dataset**
Pastikan dataset memiliki struktur direktori *train*, *valid*, dan *test* yang berisi gambar dan file-label dalam format YOLOv5.
2. **Kloning Repositori YOLOv5**
Buka terminal atau command prompt. Clone repositori YOLOv5 dari GitHub dengan perintah: `git clone https://github.com/ultralytics/yolov5.git`
3. **Instal Dependencies:**
Instal dependensi dengan menjalankan: `pip install -U -r requirements.txt`
4. **Training:**
Jalankan perintah berikut untuk melatih model dengan dataset
`python train.py --img-size 640 --batch-size 16 --epochs 50 --data path/to/your/data.yaml --cfg models/yolov5s.yaml --weights yolov5s.pt`
5. **Menggunakan Model yang Dilatih:**
Setelah pelatihan selesai, akan ditemukan model terbaik dalam direktori `runs/train/exp/weights` (nama berkasnya akan mengandung `best.pt`).

Tahapan di atas gambaran dari peyusunan dataset penelitian pengenalan Herpetofauna yang dilindungi di Indonesia beserta langkah-langkah YOLOv5 yang diperlukan. Aksi ini merujuk ke dokumentasi resmi YOLOv5 dan repositori GitHub.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan model pengenalan herpetofauna menggunakan *platform* Roboflow dan arsitektur deteksi objek YOLO. Upaya ini untuk mengenali berbagai jenis objek Herpetofauna dengan akurasi tinggi dan deteksi yang cepat. Setelah melalui serangkaian tahapan seperti pengumpulan dan penyiapan dataset, pelatihan model, dan pengujian. Keberhasilan menghasilkan model pengenalan herpetofauna yang mampu mendeteksi dan mengklasifikasikan berbagai jenis herpetofauna secara akurat. Model ini dapat menerima gambar sebagai input dan menghasilkan gambar *output* dengan *bounding box* bahkan *polygon tool* yang mengelilingi objek herpetofauna yang terdeteksi, serta label kelas yang sesuai.

Pengamatan dalam proses pelatihan bahwa penggunaan platform Roboflow sangat membantu dalam mengelola dataset, mengubah format, dan memfasilitasi praproses data. Kinerja model semakin meningkat seiring dengan jumlah iterasi pelatihan, dan dilakukan *fine-tuning* untuk mendapatkan tingkat akurasi yang lebih tinggi. Hasil dari tahap pengujian menunjukkan bahwa model mampu mengenali berbagai jenis herpetofauna dalam berbagai kondisi pencahayaan dan latar belakang.

1. Train dan Test

Pengumpulan data gambar untuk pengenalan herpetofauna menggunakan teknik *Machine Learning* dengan YOLO versi 5 (yolov5) memungkinkan deteksi objek secara *real-time* dengan kinerja yang efisien dan cepat. Keunggulan YOLO dalam mengolah gambar secara keseluruhan dalam satu kali inferensi membuatnya cocok untuk aplikasi deteksi objek, termasuk pengenalan herpetofauna.

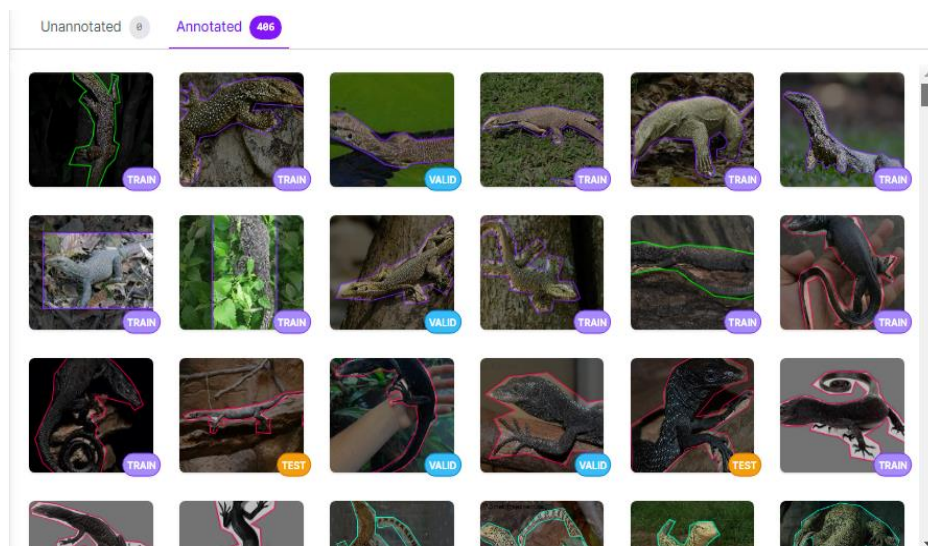
1. Tool ini akan mengidentifikasi spesies, bagian tubuh yang penting, dan karakteristik lainnya seperti warna mata, bentuk kepala, atau pola kulit. Proses ini dapat dilakukan secara manual oleh manusia atau dengan bantuan alat otomatis.
2. Augmentasi data meningkatkan keberagaman data dan mencegah *overfitting*, Anda dapat melakukan augmentasi data. Ini melibatkan teknik seperti rotasi, pergeseran, pemotongan, perubahan ukuran, dan modifikasi lain pada gambar asli sehingga model dapat belajar dari variasi yang lebih luas.
3. Pemisahan Dataset: Dataset perlu dibagi menjadi set pelatihan (*training set*), set validasi (*validation set*), dan set pengujian (*test set*). Set pelatihan digunakan untuk melatih model, set validasi digunakan untuk mengoptimasi parameter model dan mencegah *overfitting*, sedangkan set pengujian digunakan untuk menguji kinerja model secara obyektif. Bagian ini membuat dua dataset yang akan digunakan untuk identifikasi berdasarkan hasil yang terbaik dari kedua dataset tersebut.

TRAIN / TEST SPLIT		
Training Set 284 images	Validation Set 81 images	Testing Set 41 images
70%	20%	10%

TRAIN / TEST SPLIT		
Training Set 568 images	Validation Set 81 images	Testing Set 41 images
82%	12%	6%

Gambar 4. Pembentukan dataset versi 1 dan versi 2 di RoboFlow

Dataset versi 1 tidak menggunakan fungsi augmentasi pada gambar. Dari 406 gambar pada data set versi 1 dilakukan *split* untuk digunakan sebanyak 284 gambar dari 70% untuk *training set*, 81 gambar dari 20% untuk *validation set*, dan 41 gambar dari 10% untuk *testing set*. Berikut adalah hasil split dataset versi 1



Gambar 5. Hasil dataset versi 1 di RoboFlow

Sedangkan pada data set versi 2 dilakukan penambahan setelah augmentasi digunakan sebanyak dua kali dari banyak gambar sebelumnya yaitu 568 gambar dari 82% untuk *training set*, 81 gambar dari 12% untuk *validation set*, dan 41 gambar dari 6% untuk *testing set*.

- Pelatihan Model yolov5 dan dijalankan melalui Google Colab. Melalui model sistem akan belajar mengenali pola dan fitur-fitur herpetofauna dari data gambar yang telah dianotasi dengan mengenali dan menempatkan bounding box atau polygon tool pada objek herpetofauna yang ada dalam.

Training Dataset versi 1 dengan epoch = 3

Epoch	GPU_mem	box_loss	obj_loss	cls_loss	Instances	Size
0/2	3.46G	0.09463	0.04865	0.09306	59	640: 100% ██████████ 36/36 [00:16<00:00, 2.19it/s]
Class	Images	Instances	P	R	mAP50	mAP50-95: 100% ██████████ 3/3 [00:07<00:00, 2.48s/it]
all	81	97	0.00197	0.333	0.00874	0.00245
Epoch	GPU_mem	box_loss	obj_loss	cls_loss	Instances	Size
1/2	4.27G	0.07189	0.05197	0.09142	47	640: 100% ██████████ 36/36 [00:10<00:00, 3.58it/s]
Class	Images	Instances	P	R	mAP50	mAP50-95: 100% ██████████ 3/3 [00:08<00:00, 2.85s/it]
all	81	97	0.00625	0.72	0.0334	0.0169
Epoch	GPU_mem	box_loss	obj_loss	cls_loss	Instances	Size
2/2	4.27G	0.06191	0.05283	0.08993	40	640: 100% ██████████ 36/36 [00:08<00:00, 4.26it/s]
Class	Images	Instances	P	R	mAP50	mAP50-95: 100% ██████████ 3/3 [00:01<00:00, 2.65it/s]
all	81	97	0.00628	0.871	0.0605	0.0307

3 epochs completed in 0.015 hours.

Gambar 6. Training Dataset versi 1 Google Colab

- Validasi dan Penyetelan, memantau kinerja model pada set validasi. Jika kinerja belum optimal, lakukan penyetelan parameter model dan teknik regularisasi untuk meningkatkan akurasi. Hasil dari melakukan *validating* terhadap dataset versi1.

Validating runs/train/exp2/weights/best.pt...									
Fusing layers...									
Model summary: 157 layers, 7112611 parameters, 0 gradients, 16.1 GFLOPs									
Class	Images	Instances	P	R	mAP50	mAP50-95: 100%	██████████████████	3/3	[00:03<00:00, 1.10s/it]
all	81	97	0.00629	0.871	0.0605	0.0306			
Biawak Abu-abu	81	2	0.00719	1	0.606	0.268			
Biawak Aru	81	3	0.00817	1	0.0743	0.0508			
Biawak Banggai	81	4	0.00487	0.5	0.0203	0.00846			
Biawak Cokelat	81	2	0.00625	1	0.0131	0.00599			
Biawak Hijau	81	1	0.00441	1	0.0369	0.0221			
Biawak Kalimantan	81	3	0.0106	1	0.017	0.00891			
Biawak Kerdil	81	3	0.00857	1	0.0797	0.0163			
Biawak Komodo	81	3	0.00949	1	0.0356	0.0219			
Biawak Maluku	81	1	0.00285	1	0.0269	0.0176			
Biawak Misool	81	2	0.00314	0.5	0.00452	0.00226			
Biawak Rote	81	1	0.00216	1	0.0452	0.0292			
Biawak Timor	81	2	0.0049	1	0.0205	0.0125			
Biawak Togian	81	1	0.00254	1	0.00582	0.00175			
Biawak Waigeo	81	6	0.00465	0.333	0.00654	0.00297			
Buaya Irian	81	3	0.00664	0.667	0.0186	0.0124			
Buaya Muara	81	4	0.00855	0.75	0.0331	0.0168	Buaya Siam	81	6 0.00583 0.333 0.01 0.00388
Buaya Sinyulong	81	4	0.0124	1	0.0377	0.0119			
Kodok Merah	81	5	0.0136	0.8	0.0263	0.0117			
Kura-kura kaki gajah	81	3	0.00723	1	0.0711	0.0483			
Kura-kura leher panjang	81	6	0.0146	0.833	0.063	0.0416			
Kura-kura rote	81	4	0.0101	0.5	0.0716	0.0439			
Kura-kura ajuku	81	2	0.00457	1	0.0355	0.0195			
Kura-kura beluk	81	1	0.00243	1	0.0181	0.00362			
Kura-kura biuku	81	1	0.0022	1	0.0284	0.00914			
Labi-labi moncong babi	81	3	0.00901	0.667	0.0439	0.0152			
Labi-labi moncong bintang	81	1	0.0037	1	0.0107	0.00642			
Penyu belimbing	81	1	0.00379	1	0.0995	0.0697			
Penyu hijau	81	3	0.00575	0.667	0.0255	0.0147			
Penyu lekang	81	3	0.00796	1	0.348	0.207			
Penyu pipih	81	4	0.0114	1	0.0967	0.0413			
Penyu sisik	81	1	0.00207	1	0.0142	0.00626			
Sanca bodo	81	1	0.00206	1	0.0226	0.0136			
Sanca bulan	81	1	0.00418	1	0.0905	0.0362			
Sanca hijau	81	1	0.00256	1	0.0332	0.00778			

Gambar 7 Validating Dataset Google Colab

- Evaluasi Model uji kinerjanya pada set pengujian yang belum pernah dilihat sebelumnya. Ini akan memberikan gambaran yang lebih jelas tentang seberapa baik model dapat mengenali herpetofauna pada situasi dunia nyata. Pengujian dilakukan terhadap satu sampel data gambar yang lain pada gambar dataset, sebelumnya uji yang dilakukan dengan confiden = 1, 0.5, dan 0.05 tidak ada yang terdeteksi. Namun saat nilai confiden diturun hingga 0.02 didapatkan deteksi dengan hasil pertama kura-kura leher panjang = 0.6 dan kedua kura-kura bajuku = 0.4. Ini menyatakan hasil deteksi lebih besar untuk kura-kura leher panjang, sehingga kesamaan gambar dari dataset berhasil.

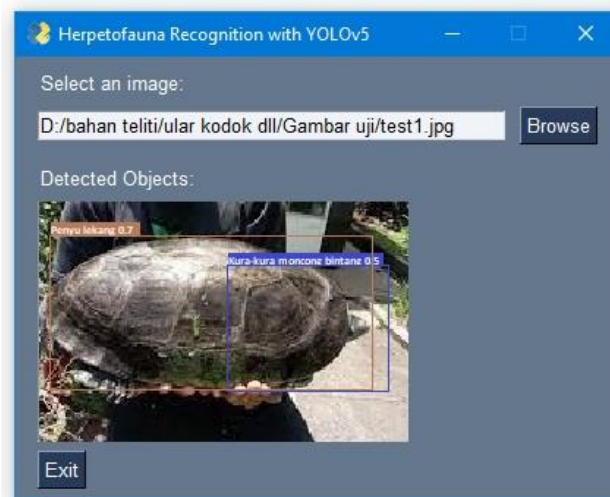


Gambar 8. Hasil uji data input gambar dengan Dataset melalui Google Colab

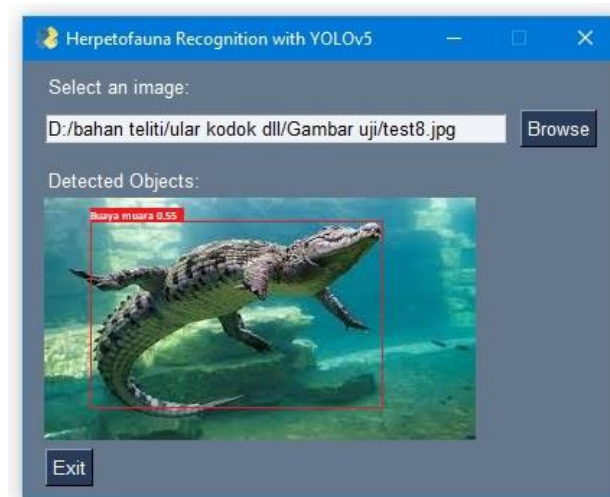
Mel diuji pada dataset uji yang berbeda untuk mengukur kinerja dan akurasi deteksinya dengan melakukan evaluasi berdasarkan beberapa metrik, termasuk akurasi deteksi, presisi, dan recall. Hasil uji menunjukkan bahwa model model yang disiapkan mampu mengenali berbagai jenis herpetofauna dengan tingkat akurasi yang memadai.

2 Penerapan

Penerapan Setelah model memiliki kinerja yang baik, dapat menggunakannya untuk mengenali herpetofauna dalam gambar baru dan mengintegrasikannya ke dalam aplikasi atau perangkat yang relevan. Salah satu aspek penting dari implementasi ini adalah antarmuka pengguna berbasis GUI. Antarmuka ini memungkinkan pengguna untuk memilih gambar yang ingin dianalisis dan memberikan label pada objek sebagai hasil deteksi.



Gambar 9. Contoh uji aplikasi hasil pertama



Gambar 10. Contoh uji aplikasi hasil kedua

Hasil gambar 11, pengujian menghasilkan dua deteksi dari gambar input, yaitu penyu lekang = 0.7 lebih besar dari pada deteksi kedua yaitu kura-kura moncong bintang = 0.5. ini menyatakan gambar uji 1 dari aplikasi lebih mirip ke penyu lekang. Sedangkan hasil gambar 12 menunjukkan deteksi kemiripan buaya muara = 0.55. Dari kedua pengujian aplikasi ini yang mendapatkan hasil uji

menggunakan model dataset versi 2, sedangkan untuk dataset versi 1 tidak dapat hasil deteksi satupun terhadap gambar-gambar input untuk pengujian.

KESIMPULAN

Analisis dan penerapan pengenalan Herpetofauna memakan waktu dan usaha yang signifikan. Namun, dengan tahapan yang tepat, pengumpulan data gambar dan pelatihan model Machine Learning dapat memberikan hasil yang sangat berharga dalam pengenalan herpetofauna. Jumlah gambar awal untuk dataset sebanyak 406 gambar herpetofauna sangat membantu proses pengenalan dalam learning yang dimiliki aplikasi, terutama pada dataset versi dua setelah mengalami augmentasi dan nilai *epoch* = 20 yang diberikan cukup besar dan mampu mempelajari setiap fitur gambar dengan baik. Penggunaan Platform Roboflow dan YOLO mempermudah analisis dan pembuatan aplikasi pengenalan Herpetofauna. Pembuatan aplikasi dengan antarmuka GUI memudahkan pengguna menggunakan langsung dan menguji terhadap hewan yang dijumpi. Proses identifikasi hewan-hewan jenis reptil dan amfibi sangat bermanfaat membantu pemerintah dalam upaya melakukan konservasi. Karya ini menggabungkan teknologi canggih dengan tujuan konservasi, memberikan kontribusi positif bagi pengetahuan dan perlindungan herpetofauna di masa depan. Kekurangan dari teknologi yang diterapkan ini adalah tingkat keakurasiannya belum sepenuhnya maksimal dikarenakan jumlah data gambar masih sedikit atau kurang dari seribu gambar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Sumber referensi untuk data pengetahuan Herpetofauna banyak diambil dari Buku Panduan Identifikasi Jenis Satwa Liar Dilindungi: Herpetofauna, yang dikeluarkan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan pada tahun 2019, maka dari itu saya ucapkan terima kasih kepada Bapak Ir. Wiratno, MSc selaku irektur Jenderal Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistem, Seluruh tim penyusun sebagai pakar dan para pihak yang kompeten di bidangnya, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), LIPI, USAID BIJAK, Institut Pertanian Bogor, Universitas Indonesia, Burung Indonesia, FFI Indonesia, Perhimpunan Herpetologi Indonesia, dan Indonesia Wildlife Photography. Ucapan terima kasih juga sampaikan kepada Universitas Budi Darma beserta LPPM yang mendukung dan ditribusi pendanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Direktorat Jenderal KSDAE, "Panduan Identifikasi Jenis Satwa Liar Dilindungi (Herpetofauna)," 2019. Accessed: Mar. 03, 2023. [Online]. Available: <http://ksdae.menlhk.go.id/assets/publikasi/BUKU%20PANDUAN%20IDENTIFIKASI%20HERPETOFAUNA%20DILINDUNGI.pdf>
- [2] S. H. Fandy Muhammad, M. S. Dr.Ir. Mirza Dikari Kusri, and M. S. Prof. Dr. Ir. Ani Mardiasuti, "JENIS-JENIS REPTIL DI KAWASAN HUTAN." Accessed: Mar. 03, 2023. [Online]. Available: https://smilebatangtoru.ipb.ac.id/3b2b7e730db54ebaa1bddd0769f83c80/Book/20210607143552.JENIS%20JENIS%20REPTIL_LBT.pdf
- [3] A. Korespondensi *et al.*, "Status Konservasi Reptilia Anggota Ordo Squamata yang Diperdagangkan di Surabaya Conservation Status of Reptiles (Order Squamata) Member Traded in Surabaya," 2016.
- [4] D. Sarkar, R. Bali, and T. Sharma, *Practical Machine Learning with Rust*. 2020. doi: 10.1007/978-1-4842-5121-8.
- [5] O. Diaz Annesa, C. Kartiko, and A. Prasetiadi, "Identifikasi Spesies Reptil Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN)," *masa berlaku mulai*, vol. 1, no. 3, pp. 899–906, 2017.
- [6] Jan Wira Gotama Putra, "Pengenalan konsep pembelajaran mesin dan deep learning," *Computational Linguistics and Natural Language Processing Laboratory*, vol. 4, pp. 1–235, 2019.
- [7] A. S. Diantika and A. Yuki Firmanto, SE., MSA., CA., "Implementasi Machine Learning Pada Aplikasi Penjualan Produk Digital (Studi Pada Grabkios)," vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2013.
- [8] R. R. Pratama, "Analisis Model Machine Learning Terhadap Pengenalan Aktifitas Manusia," *MATRIK : Jurnal Manajemen, Teknik Informatika dan Rekayasa Komputer*, vol. 19, no. 2, pp. 302–311, 2020, doi: 10.30812/matrik.v19i2.688.
- [9] A. Singh and S. Anekar, "Text to Image using Deep Learning; Text to Image using Deep Learning," *www.ijert.org*, vol. 10, 2021, [Online]. Available: www.ijert.org
- [10] K. Yamini, K. Sai Swetha, P. L. Prasanna, M. Rupa, V. Swathi, and V. Rao Maddumala, "IMAGE COLORIZATION WITH DEEP CONVOLUTIONAL OPEN CV," vol. 11, 2020, [Online]. Available: www.jespublication.com
- [11] C. R. Qi, O. Litany, K. He, and L. J. Guibas, "Deep Hough Voting for 3D Object Detection in Point Clouds," 2019. doi: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1904.09664>.
- [12] G. Dai, L. Hu, and J. Fan, "DA-ActNN-YOLOV5: Hybrid YOLO v5 Model with Data Augmentation and Activation of Compression Mechanism for Potato Disease Identification," *Comput Intell Neurosci*, vol. 2022, 2022, doi: 10.1155/2022/6114061.
- [13] W. Wibowo, B. S. S. Ulama, and H. al Azies., "BELAJAR PEMROGRAMAN BAHASA PYTHON."
- [14] X. Zhu, S. Lyu, X. Wang, and Q. Zhao, "TPH-YOLOv5: Improved YOLOv5 Based on Transformer Prediction Head for Object Detection on Drone-captured Scenarios," Beijing, 2021.
- [15] W. H. Nugroho, S. Handoyo, Y. J. Akri, and A. D. Sulistyono, "Building Multiclass Classification Model of Logistic Regression and Decision Tree Using the Chi-Square Test for Variable Selection Method," *Journal of Hunan University Natural Sciences*, vol. 49, no. 4, pp. 172–181, Apr. 2022, doi: 10.55463/issn.1674-2974.49.4.17.