

## IDENTIFIKASI JENIS IKAN CUPANG BERDASARKAN GAMBAR MENGGUNAKAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*

Surya Adi Laksono, Basuki Rahmat, Budi Nugroho

Informatika, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur  
Jalan Rungkut Madya No.1, Surabaya, Indonesia  
surs.surya@gmail.com

### ABSTRAK

Di Indonesia, menjadi penggemar ikan hias sudah menjadi hal yang wajar. Ikan cupang merupakan salah satu spesies ikan hias yang cukup mudah ditemui di Indonesia. Banyaknya jenis ikan cupang ini membuat masyarakat awam penghobi ikan cupang merasa kesulitan untuk mengetahui jenis ikan cupang yang ada di pasaran. Jenis ikan cupang sangat berpengaruh bagi para petani ikan cupang untuk menentukan harga pada setiap jenisnya. Begitu juga jenis ikan cupang sangat berpengaruh bagi peserta kontes ikan cupang untuk menentukan kategori jenis yang akan diikuti. Oleh karena itu, membuat sistem pengidentifikasi jenis ikan cupang sangat diperlukan pada permasalahan ini. Sistem ini menggunakan metode *Convolutional Neural Network*, yakni algoritma *deep learning* dengan arsitektur Keras Sequential yang memiliki parameter hingga 1.424.403 parameter dan metode ini biasa digunakan untuk mengklasifikasi citra. Kumpulan data yang digunakan berjumlah 330 data yang terdiri dari 300 data latih dan 30 data uji di dalam tiga kelas. Sistem yang telah dirancang dan diimplementasi berhasil mengidentifikasi tiga jenis ikan cupang dengan baik, mendapatkan akurasi 97% pada uji coba dengan 10 *epoch*, 93% pada uji coba dengan 15 *epoch*, dan akurasi tertinggi 100% pada uji coba dengan 20 *epoch*.

**Kata kunci :** Pengenalan Pola, Klasifikasi Citra, *Convolutional Neural Network*, *Deep Learning*, Ikan Cupang

### 1. PENDAHULUAN

Ikan hias adalah jenis ikan yang hidup di air tawar maupun laut yang memiliki bentuk tubuh dan warna yang menarik. Ikan hias memiliki keunikan yang dimiliki dari masing-masing spesies. Keunikan yang dimaksud adalah kemampuan yang dimiliki oleh setiap jenis ikan hias. Salah satu jenis ikan hias dengan keunikan tersendiri adalah ikan cupang (*Betta sp.*). Keunikan dari ikan cupang ini adalah kegemarannya bertarung dengan sesama jenisnya, namun tidak menutup kemungkinan dengan jenis lain namun masih dalam satu suku. Oleh karena itu, ikan ini juga sering disebut ikan laga (*fighting fish*). [1]

Ikan cupang adalah ikan air tawar anggota dari famili *Anabantidae* yang mempunyai labirin. Labirin adalah alat pernafasan tambahan pada ikan, sehingga ikan cupang lebih kuat bertahan hidup di air yang tenang tanpa sirkulasi udara (aerator). Ikan ini habitatnya tersebar di wilayah Asia Tenggara, antara lain Indonesia, Malaysia, Brunei Darussalam, Thailand, Singapura, dan Vietnam. Berbeda dengan ikan air tawar kecil pada umumnya, ikan ini memiliki sifat cenderung agresif, dan teritorial. [2] Ikan cupang memiliki banyak jenis yang terdapat di alam. Ikan cupang juga banyak terdapat dipasaran yang biasa disebut ikan cupang hias. Akan tetapi masyarakat awam masih sulit menentukan jenis-jenis ikan cupang yang ada di pasaran, karena jenis pada ikan cupang sangat berpengaruh pada keturunan yang dihasilkan saat dilakukan pengawinan. Perbedaan dari setiap jenis ikan cupang ini sering terlihat pada ekor (*tail*), sirip punggung (*dorsal fin*), dan sirip anal (*anal fin*). Ikan cupang yang cukup digemari kalangan saat ini adalah ikan cupang hias, dimana ikan cupang hias yang tersebar di pasaran terdapat beberapa jenis, antara lain

*Halfmoon* (Setengah Bulan), *Serit* (*Crown Tail*), dan *Plakat*.

Jenis juga berpengaruh pada ajang kontes ikan cupang hias untuk menentukan kategori jenis ikan. Selain itu, jenis merupakan karakter komersial penting yang dapat mempengaruhi tingkat penerimaan konsumen terhadap suatu produk hewani, sehingga turut menentukan nilai jual produk tersebut di pasar. Biasanya setiap jenis ikan populer pada waktu-waktu tertentu sesuai dengan permintaan konsumen. Oleh karena itu setiap penghobi ikan cupang terkadang memiliki jenis favorit untuk dipelihara maupun dikembangkan untuk menghasilkan bibit ikan yang terbaik untuk dijual bahkan dipamerkan pada ajang kontes ikan cupang hias lokal hingga internasional.

Permasalahan yang dapat terjadi pada saat salah menentukan jenis ikan secara manual yaitu, salah memilih jenis ikan untuk diikuti kontes, misalnya kontes ikan *Plakat* yang seharusnya menggunakan ikan jenis *Plakat*, namun peserta menggunakan ikan jenis *Halfmoon*, sehingga dapat terjadi diskualifikasi untuk peserta. Permasalahan lain yang sangat sering terjadi yaitu, masyarakat awam yang mencoba untuk mengawinkan ikan cupang, namun salah memilih jenis indukan untuk dikawinkan, sehingga dapat merusak genetik dari ikan cupang yang dikawinkan.

Solusi yang ditawarkan untuk menyelesaikan permasalahan di atas adalah dengan membuat suatu program yang dapat mengenali berbagai spesies ikan cupang. sehingga dapat mempermudah para penghobi ikan cupang dalam menentukan jenis ikan cupang. [3] *Convolutional Neural Network* (CNN), metode yang digunakan pada program ini adalah bagian dari *Multi-Layer Perceptron* ini merupakan salah satu jenis perhitungan *neural network* yang sering digunakan

pada pengolahan citra untuk mendeteksi dan mengenali objek pada sebuah gambar. Maka dari itu, program ini akan menggunakan pengolahan citra sebagai proses identifikasi tiga jenis ikan cupang. Dari pengolahan citra yang telah dilakukan, maka akan didapatkan tiga parameter yaitu Jenis *Halfmoon*, Plakat, dan Serit (*Crown tail*). Sehingga jumlah klasifikasi ini mencapai tiga kemungkinan klasifikasi.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Pengenalan

Secara umum pengenalan pola adalah ilmu untuk klasifikasi atau menggambarkan sesuatu dari pengukuran kuantitatif fitur atau sifat utama dari suatu obyek. [4] Maka, pengenalan dapat juga diartikan sebagai proses untuk mengidentifikasi data berdasarkan ilmu yang didapatkan dari data contoh. Dalam pembelajaran mesin, pengenalan dapat dilakukan pada beberapa kasus, seperti pengenalan huruf, pengenalan sidik jari, pengenalan wajah, pengenalan citra hewan serta buah-buahan dan lain-lain.

### 2.2. Ikan Cupang

Pada umumnya, ikan cupang memiliki bentuk tubuh yang memanjang, dan apabila dilihat dari anterior atau posterior bentuk tubuhnya pipih ke samping. Kepala relatif besar, mulut yang kecil dengan bibir yang tebal dan rahang yang kuat. Sirip perut ramping memanjang, sirip punggung terletak dekat dengan ekor dengan bentuk lebar terentang hingga ke belakang dengan jari-jari keras dan lunak. Hampir sama seperti sirip punggung, sirip anal juga berbentuk melebar hingga ke belakang. Memiliki ekor berbentuk membulat (*rounded*). Sirip ekor, sirip punggung, dan sirip anal apabila mengembang akan membulat seperti kipas. Sisik dengan tipe stenoid ini terdapat yang kasar dan lunak, serta warnanya beragam. [1]

### 2.3. Machine Learning

*Machine Learning (ML)* adalah bagian dari kecerdasan buatan yang bertugas untuk memahami struktur suatu data dan mengubahnya ke dalam suatu model. [5] *Machine learning* sebagai salah satu dari bidang studi *soft computing* beririsan dengan bidang studi lainnya, seperti matematika, statistika, pemrograman, sains data, *big data*, *data mining*, basis data, *information retrieval*, *computer vision*, robotika, pemrograman gim, *IoT*, *expert system*, *decision support system*, sistem informasi, dan sebagainya. [6] *Machine learning* banyak diimplementasikan pada pengenalan citra, diagnosa penyakit, *artificial intelligent*, GPS, dan lain sebagainya. *Machine learning* terbagi menjadi tiga kategori, antara lain, *Supervised Learning*, *Unsupervised Learning*, dan *Reinforcement Learning*. [7]

### 2.4. Deep Learning

*Deep Learning* merupakan salah satu cabang ilmu dari *machine learning* yang berbasis Jaringan Saraf Tiruan (JST) atau dengan kata lain sebagai

perkembangan dari JST. Dalam *deep learning*, komputer belajar mengklasifikasi secara langsung dari gambar atau suara. Metode ini menggunakan CPU dan RAM dalam proses komputasi, dan juga bisa memanfaatkan GPU sehingga proses komputasi dapat berlangsung lebih cepat. [8]

### 2.5. Convolutional Neural Network

CNN atau Jaringan saraf konvolusional merupakan evolusi dari *Multi Layer Perceptron (MLP)*, metode pembelajaran mesin yang dirancang untuk memproses data dua dimensi. CNN termasuk dalam jenis *deep neural network* karena berada pada *level deep network* dan banyak digunakan pada data gambar. [9] CNN adalah jaringan saraf tiruan yang mendalam di mana jaringan saraf, mempertahankan struktur hierarki dengan mempelajari representasi fitur internal dan menggeneralisasi fitur dalam kasus gambar umum seperti pengenalan objek atau kasus lain seperti suara dan bahasa. [10]

### 2.6. Confusion Matrix

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengukur kinerja suatu model klasifikasi adalah dengan mencari nilai presisi, recall, dan presisi dari model yang digunakan. Beberapa istilah yang sering digunakan untuk mengukur kinerja model klasifikasi adalah tupel positif dan tupel negatif. Tupel positif adalah tupel yang menjadi fokus pembicaraan. Pada saat yang sama, tupel negatif adalah tupel yang menjadi inti diskusi. [11] Beberapa istilah lain yang ada di dalam pencarian nilai *precision*, *recall*, dan akurasi yakni nilai *true positive (TP)*, *true negative (TN)*, *false positive (FP)*, dan *false negative (FN)*.

### 2.7. Python

Python adalah bahasa pemrograman serbaguna yang dirancang untuk membuat kode mudah dibaca manusia. Dalam satu perwujudan, penggunaan spasi untuk mengatur pengenalan kode sangatlah penting. Oleh karena itu, penggunaan spasi pada kode tidak bisa dilakukan sembarangan. Sama seperti C++, Python adalah kode sumber portabel. Kode sumbernya dapat digunakan di berbagai *platform* seperti Windows, Linux dan bahkan Mac OS. Python menyediakan manajer memori yang bertanggung jawab untuk membebaskan memori objek yang tidak terpakai. [12]

### 2.8. Tensorflow

Tensorflow merupakan modul *library* dalam bentuk *software* untuk tujuan melakukan *machine learning* dan penelitian jaringan syaraf mendalam yang hal ini dapat digunakan di berbagai tugas tetapi memiliki fokus khusus pada pelatihan dan inferensi jaringan saraf. Tensorflow dikembangkan oleh Google Team dalam organisasi penelitian Google Smart Engine. Dalam tensorflow digunakan dalam penggabungan perhitungan aljabar komputasi dalam teknik mempermudah penghitungan banyak ekspresi

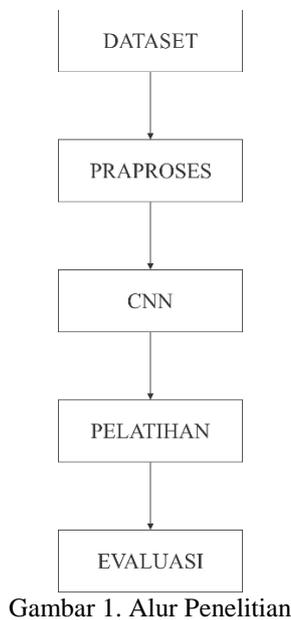
matematis dan teknik pengoptimalan kompilasi dimana permasalahannya yaitu waktu yang dibutuhkan untuk melakukan perhitungan pembelajaran jaringan. [13]

**2.9. Keras**

Keras adalah *framework Machine Learning* yang mungkin bisa menjadi teman baru ketika bekerja dengan banyak data, terutama jika mengikuti *state-of-the-art* dari AI: *Deep Learning*. Keras dapat digunakan sebagai *API* tingkat tinggi di atas *library* tingkat bawah populer lainnya seperti Theano dan CNTK selain Tensorflow. Penciptaan model *Deep Learning* yang sangat besar di Keras direduksi menjadi fungsi garis tunggal. Tetapi strategi ini membuat Keras menjadi lingkungan yang kurang dapat dikonfigurasi dibandingkan dengan *framework* tingkat rendah. Keras adalah *framework Deep Learning* yang terbaik bagi mereka yang baru memulai. Ini ideal untuk belajar dan membuat prototipe konsep-konsep sederhana, untuk memahami inti dari berbagai model dan proses pembelajaran mereka. [14]

**3. METODE PENELITIAN**

Pada saat melaksanakan penelitian ini dilaksanakan secara sistematis menggunakan urutan yang direncanakan berdasarkan studi literatur dari beberapa publikasi ilmiah sebelumnya. Berikut adalah tahapan penelitian yang dilaksanakan:



Pada gambar 1, dapat diartikan bahwa membuat suatu sistem pengenalan jenis Ikan Cupang (Bettafish) dimulai dengan mempersiapkan dataset. Kemudian dilanjutkan dengan praproses, perancangan arsitektur CNN, pelatihan, dan evaluasi. Tahapan tersebut sudah dirancang agar penelitian dapat berjalan dengan baik.

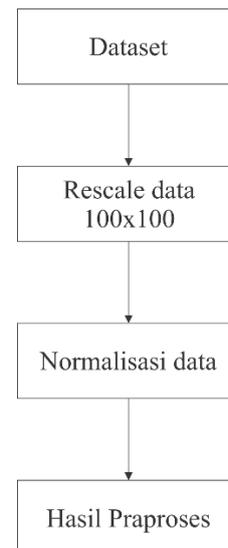
**3.1. Dataset**

*Dataset* yang digunakan adalah data citra ikan cupang yang dikelompokkan sesuai jenis ikan. *Dataset* didapatkan melalui pengambilan data secara mandiri oleh penulis. Data berisi tiga jenis ikan cupang yang masing-masing jenis berisi 110 data yang terdiri dari seratus data latih dan sepuluh data uji, maka total *dataset* yang digunakan adalah 330 data. Sampel *dataset* yang akan digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Sampel *dataset*

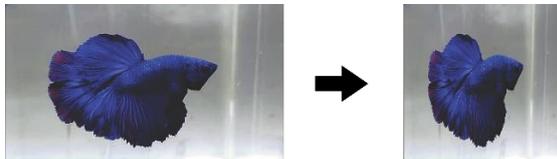
No.	Nama Jenis Ikan	Citra Jenis Ikan
1.	<i>Crown Tail</i>	
2.	<i>Halfmoon</i>	
3.	Plakat	

**3.2. Pra Proses**



Pada gambar 2, menjelaskan alur dari pra proses, ini adalah langkah kritis dalam mempersiapkan data sebelum digunakan untuk melatih dan menguji model

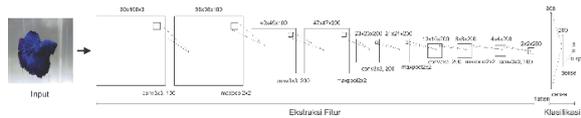
machine learning. Tujuannya untuk mengoptimalkan data agar sesuai dengan kebutuhan model dan mengatasi berbagai masalah seperti kekurangan data, outlier, atau variasi skala. Data gambar ikan cupang akan dilakukan pra proses agar seragam.



Gambar 3. Hasil Pra Proses

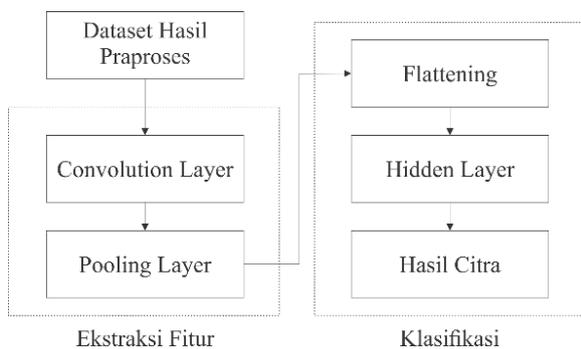
Setelah dilakukan pra proses maka hasilnya hasil dari data citra dapat dilihat pada gambar 3. Seluruh data akan dirubah ukurannya menjadi  $100 \times 100$  kemudian dilakukan normalisasi, yakni merubah nilai piksel yang awalnya bernilai 1 hingga 255 menjadi bernilai 0 hingga 1 dengan cara membagi dengan 255. Normalisasi berguna agar tidak memberatkan perangkat dan lebih stabil saat melakukan proses optimasi.

### 3.3. Arsitektur CNN



Gambar 4. Arsitektur Keras Sequential

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan model Keras Sequential seperti pada gambar 4. Keras Sequential merupakan arsitektur dari Convolutional Neural Network termasuk salah satu tipe arsitektur model dalam deep learning yang memungkinkan kita untuk membangun model secara berurutan, lapisan demi lapisan. Ini merupakan pendekatan yang umum digunakan untuk membangun model deep learning dengan Keras, terutama dalam Tensorflow.

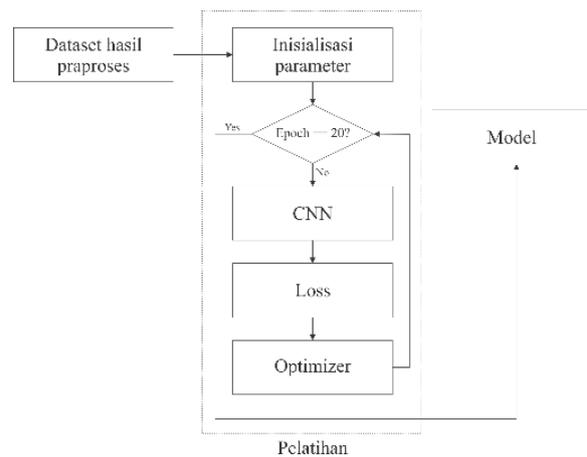


Gambar 5. Alur Algoritma CNN

Gambar 5 menjelaskan alur dari algoritma yang digunakan pada penelitian ini. Terdapat dua tahap

yakni tahap ekstraksi fitur, dan tahap klasifikasi. Arsitektur ini memiliki parameter sebanyak 1.424.403 parameter dan memiliki lima convolution layer dan empat pooling layer untuk melakukan ekstraksi fitur dari citra. Arsitektur ini memiliki input shape citra berukuran  $100 \times 100 \times 3$  sesuai hasil pra proses. Kemudian dilakukan proses ekstraksi pada convolution layer sehingga menjadi ukuran  $98 \times 98 \times 100$ . Lalu, pada pooling layer sehingga menjadi  $49 \times 49 \times 100$ . Proses tersebut berlanjut hingga ukuran citra menjadi  $2 \times 2 \times 200$ . Pada setiap convolution layer dilengkapi dengan fungsi aktivasi ReLU. Setelah melewati tahap ekstraksi fitur, selanjutnya memasuki tahap klasifikasi, awalnya dilakukan flattening untuk merubah multidimensional array menjadi satu dimensi. Selanjutnya hidden layer yang terdapat dense layer untuk mengklasifikasi citra berdasarkan output dari lapisan konvolusional. Terakhir adalah output atau hasil citra yang terdiri dari tiga kelas yang merepresentasikan jenis ikan cupang pada penelitian ini yang berjumlah tiga jenis yaitu Crown tail, Halfmoon, dan Plakat.

### 3.4. Pelatihan

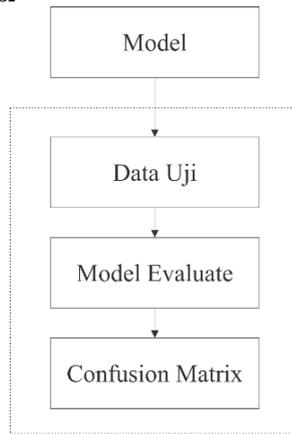


Gambar 6. Tahap Pelatihan

Data hasil pra proses akan menjadi data latih yang akan di proses menggunakan arsitektur CNN. Untuk menghasilkan sebuah model yang terlatih maka dilakukan pelatihan menggunakan alur yang ada pada gambar 6. Mula-mula diinisialisasi parameter yang dibutuhkan dalam pelatihan, seperti optimizer, fungsi loss, metric, dan epoch.

Optimizer yang digunakan adalah Adam dengan laju pembelajaran sebesar (learning rate=0,001). Fungsi loss yang digunakan adalah fungsi yang ada pada Tensorflow Keras yaitu Sparse Categorical Crossentropy. Kemudian metrics yang digunakan hanya akurasi, dan epoch sebesar 20.

### 3.5. Evaluasi



Gambar 7. Evaluasi performa model

Pada gambar 7 menjelaskan tentang tahap evaluasi model. Evaluasi dilakukan untuk mengetahui sejauh mana performa sebuah model yang telah dilatih. Dalam melakukan evaluasi model digunakan metode yang dimiliki dari Keras yakni *model evaluate* dengan untuk mendapatkan ringkasan metrik pelatihan. Kemudian, langkah terakhir dengan membuat *confusion matrix* untuk mengetahui lebih detail nilai akurasi, presisi, *recall*, dan *f1 score* dengan persamaan sebagai berikut.

$$precision = \frac{TP}{TP + FP} \tag{1}$$

$$recall = \frac{TP}{TP + FN} \tag{2}$$

$$F_{score} = 2 \times \frac{precision \times recall}{precision + recall} \tag{3}$$

$$accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \tag{4}$$

Keterangan:

TP = Nilai *True Positive*

FP = Nilai *False Positive*

TN = Nilai *True Negative*

FN = Nilai *False Negative*

### 3.6. Skenario Uji Coba

Dalam penelitian ini dibuat skenario uji coba. Hal tersebut dilakukan untuk melihat bagaimana pengaruh arsitektur terhadap implementasi CNN serta tingkat akurasi model. Skenario uji coba melakukan pelatihan model data sebanyak 10 *epoch*, 15 *epoch*, dan 20 *epoch*.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

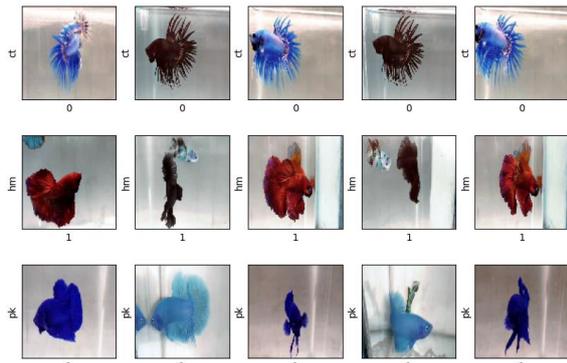
Pada pembuatan sistem identifikasi jenis ikan cupang berdasarkan gambar menggunakan metode *convolutional neural network* tentu dibangun dengan menggunakan kode. Sehingga, sistem tersebut dapat digunakan dan diamati potensinya. Oleh karena itu, beberapa langkah utama yang dilakukan dalam implementasi program ini adalah *import library*, pra pelatihan dan pra proses, arsitektur CNN, pelatihan numerik, pengujian, evaluasi dan *confusion matrix*. Pengujian dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Python pada perangkat laptop Asus ROG GL553VE dengan prosesor Intel Core i7 generasi ke-7.

### 4.1. Import Library

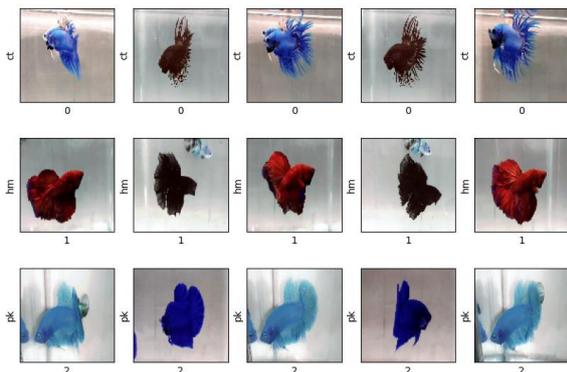
Pada penelitian ini digunakan beberapa *library* pada bahasa pemrograman python yang berguna untuk mendukung kelancaran penelitian. *Library* utama yang digunakan adalah keras sebagai *deep learning API* dengan dibangun di atas tensorflow 2.11 sehingga disebut tensorflow.keras. Tensorflow.keras sendiri menyediakan berbagai fungsi yang berguna untuk membuat arsitektur *deep learning* seperti *datasets*, *layer*, dan *models*. *Matplotlib*, digunakan untuk melakukan visualisasi data berupa grafik. *Numpy*, digunakan untuk melakukan komputasi *numerical* seperti mencari nilai tertinggi dari sebuah *array*. *Os library* yang digunakan untuk mengatur direktori dan file. *Glob library* berfungsi untuk menemukan path file dataset citra yang akan dilatih. *Scikit Learn* berfungsi untuk membuat dan menampilkan hasil *confusion matrix*. Lalu *OpenCV* berfungsi mengolah *dataset* citra yang akan dilatih, tujuannya untuk mengidentifikasi citra dan mengubah ukuran dari *dataset* citra (*resize*).

### 4.2. Pra Proses

Pada tahap pra proses, mula-mula menentukan direktori *dataset* sebagai data latih dan data uji setiap kelas, yakni kelas “ct” untuk jenis Ikan Cupang Crowntail, kelas “hm” untuk jenis Ikan Cupang Halfmoon, dan kelas “pk” untuk jenis Ikan Plakat yang kemudian dilakukan *resize* pada dataset menjadi 100 × 100, maka akan ditemukan sebanyak 100 data latih dan 10 data uji untuk masing-masing kelas. Kemudian, langkah selanjutnya adalah menggabungkan seluruh kelas pada masing-masing data latih dan data uji. Setelah semua data telah digabungkan, maka selanjutnya adalah menormalisasi data, suatu data citra atau gambar digital biasanya berupa bilangan bulat yang biasanya berkisar antara nol hingga 255. Nilai nol biasanya memiliki warna hitam, dan 255 memiliki warna putih. Normalisasi melibatkan penskalaan nilai piksel ke rentang standar, biasanya antara nol dan satu. Membagi setiap nilai piksel dengan 255 akan menskalakan nilai di rentang nol hingga satu. Setelah selesai dilakukan normalisasi, langkah selanjutnya adalah pelabelan pada setiap kelas untuk masing-masing data latih dan data uji.



Gambar 8. Sampel data latih



Gambar 9. Sampel data uji

Pada gambar 8 dan gambar 9 adalah sampel dari beberapa data latih dan data uji yang telah melalui tahap pra proses dan akan digunakan pada penelitian ini.

### 4.3. Arsitektur CNN

```
Model: "sequential"
-----
```

Layer (type)	Output Shape	Param #
conv2d (Conv2D)	(None, 98, 98, 100)	2800
max_pooling2d (MaxPooling2D)	(None, 49, 49, 100)	0
conv2d_1 (Conv2D)	(None, 47, 47, 200)	180200
max_pooling2d_1 (MaxPooling2D)	(None, 23, 23, 200)	0
conv2d_2 (Conv2D)	(None, 21, 21, 200)	360200
max_pooling2d_2 (MaxPooling2D)	(None, 10, 10, 200)	0
conv2d_3 (Conv2D)	(None, 8, 8, 200)	360200
max_pooling2d_3 (MaxPooling2D)	(None, 4, 4, 200)	0
conv2d_4 (Conv2D)	(None, 2, 2, 200)	360200
flatten (Flatten)	(None, 800)	0
dense (Dense)	(None, 200)	160200
dense_1 (Dense)	(None, 3)	603

```
-----
Total params: 1,424,403
Trainable params: 1,424,403
Non-trainable params: 0
```

Gambar 10. Detail arsitektur CNN

Pada gambar 10 memperlihatkan detail dari arsitektur Keras Sequential yang akan digunakan pada sistem ini. Arsitektur ini memiliki parameter sebanyak 1.424.403 parameter dengan tiga kelas keluaran.

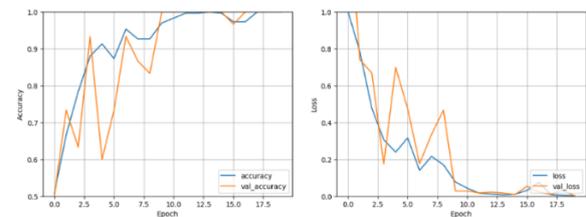
### 4.4. Pelatihan

```
Epoch 1/20 [-----] - 24s 2s/step - loss: 1.0032 - accuracy: 0.5067 - val_loss: 1.6098 - val_accuracy: 0.5000
Epoch 2/20 [-----] - 19s 2s/step - loss: 0.7832 - accuracy: 0.6667 - val_loss: 0.7405 - val_accuracy: 0.7333
Epoch 3/20 [-----] - 20s 2s/step - loss: 0.4700 - accuracy: 0.7833 - val_loss: 0.6686 - val_accuracy: 0.6333
Epoch 4/20 [-----] - 20s 2s/step - loss: 0.3064 - accuracy: 0.8000 - val_loss: 0.1740 - val_accuracy: 0.9333
Epoch 5/20 [-----] - 15s 1s/step - loss: 0.2303 - accuracy: 0.9133 - val_loss: 0.6986 - val_accuracy: 0.6000
Epoch 6/20 [-----] - 18s 1s/step - loss: 0.3107 - accuracy: 0.8733 - val_loss: 0.4755 - val_accuracy: 0.7333
Epoch 7/20 [-----] - 11s 1s/step - loss: 0.1404 - accuracy: 0.9533 - val_loss: 0.1768 - val_accuracy: 0.9333
Epoch 8/20 [-----] - 11s 1s/step - loss: 0.2162 - accuracy: 0.9267 - val_loss: 0.3349 - val_accuracy: 0.8667
Epoch 9/20 [-----] - 11s 1s/step - loss: 0.1704 - accuracy: 0.9267 - val_loss: 0.4671 - val_accuracy: 0.8333
```

Gambar 11. Pelatihan model CNN

Pada gambar 11 memperlihatkan gambaran saat pelatihan model CNN. Dengan menggunakan optimizer Adam, fungsi loss menggunakan Sparse Categorical Crossentropy, dan menggunakan metrics accuracy, serta epoch sebesar 20.

### 4.5. Metrik



Gambar 12. Metrik selama pelatihan

Visualisasi metrik masing-masing berupa metrik akurasi, aksis x menggunakan epoch, untuk aksis y menggunakan akurasi, dan juga metrik loss, aksis x menggunakan epoch, aksis y menggunakan loss.

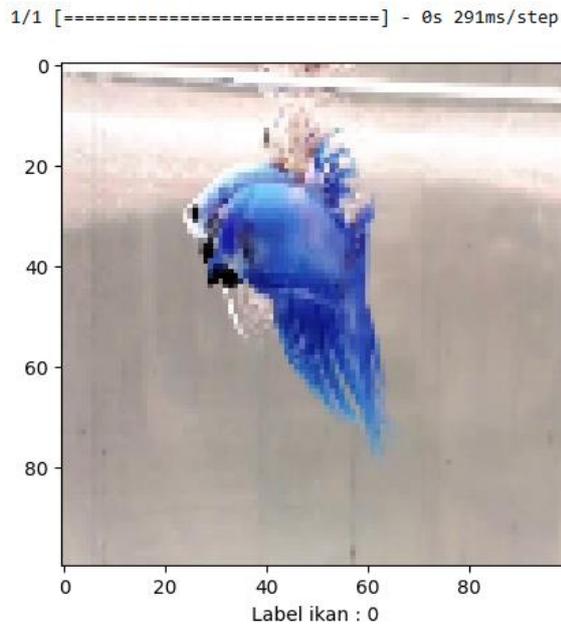
### 4.6. Evaluasi Model

```
1/1 - 0s - loss: 0.0018 - accuracy: 1.0000 - 500ms/epoch - 500ms/step
Hasil akurasi pengujian = 1.0
```

Gambar 13. Hasil akurasi pengujian

Evaluasi model menggunakan metode yang dimiliki Keras, yakni Model Evaluate, dengan nilai verbose=2 untuk menampilkan ringkasan metrik pelatihan dan validasi satu baris per epoch. Kemudian menampilkan nilai dari tes akurasi yang telah dilakukan, maka output dari kode tersebut dapat dilihat pada gambar 13 yang menampilkan hasil akurasi mencapai 100%.

4.7. Pengujian

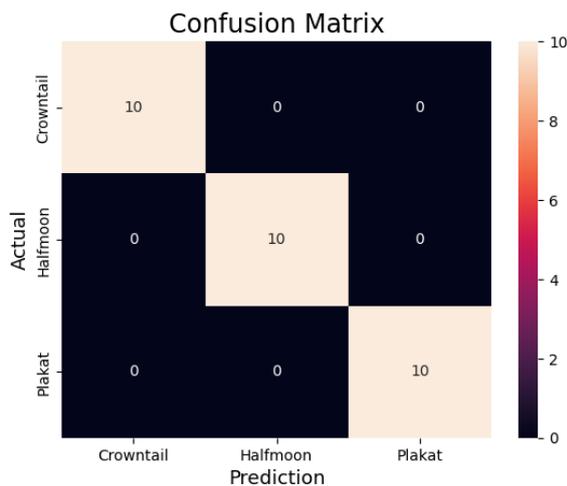


Hasil prediksi model: 0

Gambar 14. Visualisasi hasil prediksi

Setelah dilakukan proses pengujian maka citra tersebut akan divisualisasikan dengan memperlihatkan citra ikan cupang tersebut. Sebagai salah satu hasil prediksi yang tampak pada gambar 14, CNN sangat mudah memprediksi dengan tepat. Label ikan (0) diprediksi sebagai (0), yaitu ikan cupang jenis *crown tail*, begitu juga yang lainnya.

4.8. Confusion Matrix



Gambar 15. Hasil Confusion Matrix

	precision	recall	f1-score	support
ct	1.00	1.00	1.00	10
hm	1.00	1.00	1.00	10
pk	1.00	1.00	1.00	10
accuracy			1.00	30
macro avg	1.00	1.00	1.00	30
weighted avg	1.00	1.00	1.00	30

Gambar 16. Hasil Classification Report

Setelah dilakukannya pengujian, hasil dari pengujian dianalisa, kemudian diinisialisasi sebagai data aktual atau data yang sebenarnya dan hasil prediksi. Lalu, dengan memanfaatkan *library scikit learn*, maka akan dibuat sebuah *confusion matrix* yang memetakan prediksi pada tiga kelas yang ada seperti pada gambar 15 dan sebuah *classification report* yang menunjukkan nilai dari perhitungan presisi dengan menggunakan rumus 1, *recall* menggunakan rumus 2, *f1 score* dengan menggunakan rumus 3, dan akurasi dengan menggunakan rumus 4, dengan hasil seperti pada gambar 16.

4.9. Pembahasan

Uji coba dengan melakukan pelatihan dan pengujian menggunakan arsitektur Keras Sequential dengan *epoch* sebesar 10, 15, dan 20 *epoch*. Kemudian hasil dari klasifikasi akan dibuatkan *confusion matrix* guna mengetahui detail dari klasifikasi yang telah dilakukan.

Tabel 2. Pembahasan hasil uji

No.	Nama Arsitektur	Epoch	Akurasi (%)
1.	Keras Sequential	10	97
2.		15	93
3.		20	100

Pada tabel 2 adalah hasil uji coba dari tiga buah skenario uji coba yang telah di rencanakan. Dapat dilihat pada uji coba pertama mendapatkan nilai akurasi sebesar 97% yang bisa dikatakan bahwa klasifikasi jenis ikan cupang menggunakan sepuluh *epoch* sudah cukup baik. Namun, pada uji coba kedua, hal yang mengejutkan bahwa pada klasifikasi dengan 15 *epoch* hanya mendapatkan nilai akurasi sebesar 93%, dimana nilai ini berada di bawah nilai dari akurasi sebelumnya. Sedangkan pada uji coba ketiga menggunakan Keras Sequential dengan 20 *epoch* menunjukkan nilai akurasi sebesar 100% dimana hasil tersebut adalah hasil maksimal.

Tabel 3. Classification Report saat uji coba

No.	Epoch	Jenis Ikan	Precision	Recall	F1 Score
1.	10	CT	1.00	0.90	0.95
2.		HM	0.91	1.00	0.95
3.		PK	1.00	1.00	1.00
4.	15	CT	1.00	0.80	0.89
5.		HM	0.91	1.00	0.95
6.		PK	0.91	1.00	0.95
7.	20	CT	1.00	1.00	1.00
8.		HM	1.00	1.00	1.00
9.		PK	1.00	1.00	1.00

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan, CNN sangat mudah untuk mengenali dan mengklasifikasi pada objek ikan cupang dengan akurasi maksimal sebesar 100% pada pengujian dengan 20 *epoch*, dan nilai dari *confusion matrix* menunjukkan nilai yang baik cenderung sempurna. Semakin besar *epoch*, tidak menjamin bahwa akurasi akan meningkat, dapat dilihat pada tabel 2 yang menunjukkan pada uji coba dengan *epoch* 15 mendapatkan nilai akurasi sebesar 93%, sedangkan pada uji coba dengan *epoch* 10 mendapatkan nilai akurasi sebesar 97%, dimana nilai akurasi pada *epoch* 15 lebih kecil dibandingkan dengan nilai akurasi pada *epoch* 10. Namun, jika model pada *epoch* selanjutnya terus mengalami peningkatan metrik akurasi maka besar kemungkinan akurasi akan terus meningkat. Penelitian ini dapat dikembangkan lagi untuk tetap mendapatkan akurasi maksimal namun dengan menggunakan komponen yang berbeda atau mengkombinasi dengan metode yang lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Wahyudewantoro, "Mengenal Ikan Cupang (Betta spp.) Ikan Hias Yang Gemar Bertarung," *Warta Iktiologi*, vol. 1, no. 1, pp. 28–32, May 2017.
- [2] S. N. Aidah, *Meraup Keuntungan dari Budidaya Cupang*, 1st ed. Yogyakarta: Penerbit KBM Indonesia, 2020.
- [3] Y. Heningtyas, F. Rahmi, and K. Muludi, "Implementasi Density-Based Clustering pada Segmentasi Citra Betta Fish," *Jurnal Teknoinfo*, vol. 16, no. 1, pp. 8–13, 2022.
- [4] D. Putra, *Pengolahan Citra Digital*, 1st ed. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2010.
- [5] L. Tagliaferri, "An Introduction to Machine Learning." Accessed: Feb. 22, 2022. [Online]. Available: <https://www.digitalocean.com/community/tutorials/an-introduction-to-machine-learning>
- [6] B. Santoso, A. I. S. Azis, and Zohrahayaty, *Machine Learning & Reasoning Fuzzy Logic Algoritma, Manual, Matlab, & Rapid Miner*, 1st ed. Yogyakarta: Deepublish, 2020.
- [7] A. Roihan, P. A. Sunarya, and A. S. Rafika, "Pemanfaatan Machine Learning dalam Berbagai Bidang: Review paper," *IJCIT*, vol. 5, no. 1, pp. 75–82, 2020.
- [8] H. A. Pratiwi, M. Cahyanti, and M. Lamsani, "Implementasi Deep Learning Flower Scanner Menggunakan Metode Convolutional Neural Network," *Sebatik*, vol. 25, no. 1, pp. 124–130, 2021.
- [9] N. Sofia, "Convolutional Neural Network," <https://medium.com/@nadhifasofia/1-convolutional-neural-network-convolutional-neural-network-merupakan-salah-satu-metode-machine-28189e17335b>.
- [10] B. Raharjo, *Deep Learning dengan Python*. Semarang: Yayasan Prima Agus Teknik, 2022.
- [11] Q. Lina, "Apa itu Convolutional Neural Network?," <https://medium.com/@16611110/apa-itu-convolutional-neural-network-836f70b193a4>.
- [12] A. Kadir, *Logika Pemrograman Python*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo, 2019.
- [13] S. R. Dewi, "DEEP LEARNING OBJECT DETECTION PADA VIDEO MENGGUNAKAN TENSORFLOW DAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK," UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA, Yogyakarta, 2018.
- [14] B. Rahmat and B. Nugroho, *Pemrograman Deep Learning dengan Python*, 1st ed. Sidoarjo: Indomedia Pustaka, 2021.