

Perbaikan Kualitas dan Kinerja Klasifikasi Citra Bawah Air dengan Metode CLAHE-CNN

Sri Dianing Asri

Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Dian Nusantara, Indonesia

sri.dianing.asri@undira.ac.id

Article Info

Article history:

Received, 2024-05-15

Revised, 2024-05-21

Accepted, 2024-06-03

Kata Kunci:

bawah air
CLAHE
CNN
akurasi
kontras

ABSTRAK

Penelitian tentang analisis citra bawah air sangat penting karena tantangan seperti distorsi warna, kontras rendah, dan noise dalam citra. Berbagai metode telah diusulkan untuk mengatasi masalah ini. Untuk meningkatkan kualitas dan klasifikasi foto bawah air, penelitian ini bertujuan untuk memastikan peningkatan kinerja menggunakan Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) dan Convolutional Neural Networks (CNN) pada dataset gambar bawah air. Dataset terdiri dari 500 citra RGB berformat JPG dengan dimensi 512×512 yang dikumpulkan dari sumber online. Ada klasifikasi hiu, belut, lumba-lumba, pari laut, dan paus dalam dataset citra bawah air. Eksperimen dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman Python pada komputer yang memiliki RAM 24GB, CPU Intel® Core™ i7-10510U dan properti perangkat keras kartu grafis Intel® HD Graphics. Hasil penelitian ini menunjukkan bagaimana CLAHE meningkatkan klasifikasi CNN citra bawah air sebesar 0,91% dalam data pelatihan, 0,45% dalam data validasi, dan 2,02% dalam data pengujian.

Keywords:

underwater
CLAHE
CNN
accuracy
contrast

ABSTRACT

Research on underwater image analysis is critical because of challenges such as color distortion, low contrast, and noise in images. Various methods have been proposed to overcome this problem. To improve the quality and classification of underwater photos, this study aims to ensure improved performance using Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) and Convolutional Neural Networks (CNN) on underwater image datasets. The dataset consists of 500 JPG image with RGB channel and dimensions of 512×512 collected from online sources. There are classifications of sharks, eels, dolphins, sea rays, and whales in the underwater imagery dataset. The experiment was conducted using Python programming language on a computer that had 24GB RAM, Intel® Core™ i7-10510U CPU and hardware properties of Intel® HD Graphics graphics card. The results of this study show how CLAHE improved the CNN classification of underwater imagery by 0.91% in training data, 0.45% in validation data, and 2.02% in test data.

This is an open access article under the CC BY-SA license.



Penulis Korespondensi:

Sri Dianing Asri,
Fakultas Teknik dan Informatika,
Universitas Dian Nusantara, Indonesia
Email: sri.dianing.asri@undira.ac.id

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi memainkan peran penting dalam pemecahan masalah di berbagai bidang [1]–[10]. Pemanfaatan sumber daya teknologi seperti teknologi citra dapat membantu dalam mengembangkan model pemecahan masalah untuk masalah klasifikasi citra, termasuk citra bawah air. Lingkungan bawah air yang kompleks mengakibatkan cahaya matahari yang masuk ke dalam air mengalami penyerapan dan penyebaran gelombang cahaya oleh air, sehingga citra yang dihasilkan oleh kamera di bawah air akan memiliki visibilitas rendah seperti kontras rendah, buram, dan tidak jelas [11]–[13]

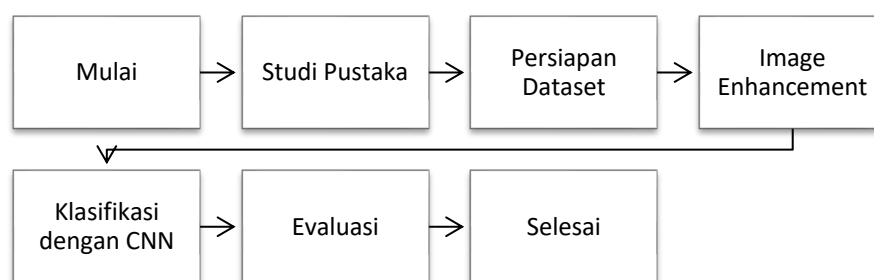
Penelitian tentang peningkatan gambar bawah air sangat penting karena tantangan seperti distorsi warna, kontras rendah, dan noise dalam fotografi bawah air. Berbagai metode telah diusulkan untuk mengatasi masalah ini. Misalnya, Gao dan Zhang (2023) menganalisis metode generative adversarial network (GAN) [14]. Jiang et al. (2023) mengembangkan ECO-GAN, yang menggunakan jaringan saraf konvolusional untuk mengatasi permasalahan blur, kecerahan rendah, dan deviasi warna. Selain itu, pencitraan bawah air bermanfaat bagi deteksi dan navigasi tambang, menekankan pentingnya koreksi warna dan peningkatan gambar untuk pengambilan informasi yang tepat [15]. Teknik pemrosesan gambar secara luas digunakan untuk meningkatkan citra bawah air yang dipengaruhi oleh hamburan dan penyerapan cahaya, dengan algoritma yang berfokus pada koreksi warna dan peningkatan resolusi [16].

Penelitian akan melakukan peningkatan citra bawah air untuk mengurangi permasalahan kontras. Penelitian ini akan mengimplementasikan Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) dan klasifikasi menggunakan Convolutional Neural Network (CNN). Ada beberapa alasan pemilihan CLAHE untuk dalam meningkatkan gambar bawah air. Metode ini membantu meningkatkan visibilitas, kontras, dan warna yang ada pada citra bawah air dengan memproses komponen luminans, meningkatkan kontras dan mempertahankan detail tepi. Selain itu, CLAHE membantu dalam *defogging*, meningkatkan kontras, dan meningkatkan saturasi warna pada gambar bawah air, berkontribusi pada peningkatan kualitas gambar secara keseluruhan. CLAHE juga dapat digunakan dalam kombinasi dengan teknik lain untuk mengatasi masalah seperti citra yang gelap dan kurang akan kontras dengan menghasilkan nilai Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) yang lebih baik dan kualitas citra yang lebih baik [17]–[20].

Berdasarkan latar belakang diatas, penelitian ini akan mengevaluasi kinerja metode image enhancement menggunakan Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) dan metode klasifikasi menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) untuk pengolahan dataset citra bawah air.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian bertujuan untuk mengetahui kinerja metode image enhancement menggunakan Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) dan klasifikasi menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) pada dataset citra bawah air untuk memperbaiki kualitas dan klasifikasi citra berdasarkan objek yang ada. Tahapan penelitian diperlihatkan pada **Gambar 1**.



Gambar 1 Tahap Penelitian

Dataset terdiri dari 500 gambar RGB yang berukuran 512×512 , karena gambar RGB terdiri dari 3 saluran, setiap saluran dapat diwakili menggunakan 8-bit (256 level) dalam hal warna merah, hijau dan biru. Gambar dalam format JPG dikumpulkan dari sumber internet. Dataset pada citra bawah air terdiri dari kelas hiu, belut, lumba-lumba, pari laut dan paus. Contoh dataset penelitian dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2 Dataset Penelitian

Eksperimen dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman Python pada komputer yang memiliki RAM 24GB, CPU Intel® Core™ i7-10510U dan properti perangkat keras kartu grafis Intel® HD Graphics. Penelitian ini menggunakan CLAHE yang merupakan pengembangan algoritma Adaptive Histogram Equalization (AHE). CLAHE memecahkan masalah over amplification AHE klasik dengan menggunakan parameter clip limit dan number of tiles. CLAHE memisahkan gambar menjadi tile lokal $M \times N$. Untuk setiap tile, histogram dihitung secara individual untuk masing-masing data citra bawah air.

3. HASIL DAN ANALISIS

Penelitian bertujuan untuk mengetahui kinerja metode image enhancement menggunakan Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) untuk memperbaiki kualitas citra bawah air. Eksperimen dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan memanfaatkan beberapa library yang tersedia. Adapun contoh pemrograman untuk metode CLAHE dapat dilihat pada **Gambar 3**.

```
import cv2
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

import os
from os import listdir
# get the path/directory
folder_in = "Train_Test_Folder/validation"
folder_out = "clahe/validation"

for filenames in os.listdir(folder_in):
    folder = os.path.join(folder_in, filenames)

    for images in os.listdir(folder):
        img = cv2.imread(os.path.join(folder, images))

        hsv_img = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2HSV)

        h, s, v = hsv_img[:, :, 0], hsv_img[:, :, 1], hsv_img[:, :, 2]

        clahe = cv2.createCLAHE(clipLimit = 4.0, tileGridSize = (8,8))
        v = clahe.apply(v)

        hsv_img = np.dstack((h,s,v))
        hsv_img = cv2.cvtColor(hsv_img, cv2.COLOR_HSV2RGB)

        filename = "clahe_" + images
        folder_o = os.path.join(folder_out, filenames)
        folder_join = os.path.join(folder_o, filename)
        cv2.imwrite(folder_join, hsv_img)
```

Gambar 3 Kode Pemrograman CLAHE

Selain itu, penelitian bertujuan untuk mengetahui kinerja Convolutional Neural Network (CNN) pada dataset citra bawah air untuk klasifikasi citra berdasarkan objek yang ada. Convolutional Neural Network (CNN) adalah jenis algoritma pembelajaran mendalam yang terutama digunakan untuk memproses data tidak terstruktur seperti citra bawah air. CNN terdiri dari lapisan khusus yang menerapkan filter untuk memasukkan gambar dengan membuat activation maps. Jaringan pada CNN unggul dalam mengidentifikasi pola spasial secara efisien dengan mengekstraksi fitur sederhana yang kemudian digabungkan menjadi pola kompleks melalui layer berikutnya. CNN biasanya memiliki lapisan seperti lapisan konvolusi, pooling, dan lainnya, dengan fungsi aktivasi seperti Sigmoid, Tanh, ReLU, Leaky ReLU, Noisy ReLU, yang mempengaruhi hasil kinerja. Adapun contoh pemrograman untuk metode CNN dapat dilihat pada **Gambar 4**.

```
import os
import tensorflow as tf
from tensorflow.keras.models import Sequential, Model, load_model
from tensorflow.keras.optimizers import Adam
from tensorflow.keras.applications.vgg16 import VGG16, preprocess_input
from tensorflow.keras.preprocessing.image import ImageDataGenerator
from tensorflow.keras.callbacks import ModelCheckpoint, EarlyStopping
from tensorflow.keras.layers import Conv2D, InputLayer, MaxPooling2D, Dense, Dropout, Flatten, Activation, BatchNormalization
from tensorflow.keras.constraints import unit_norm
from pathlib import Path
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import sys

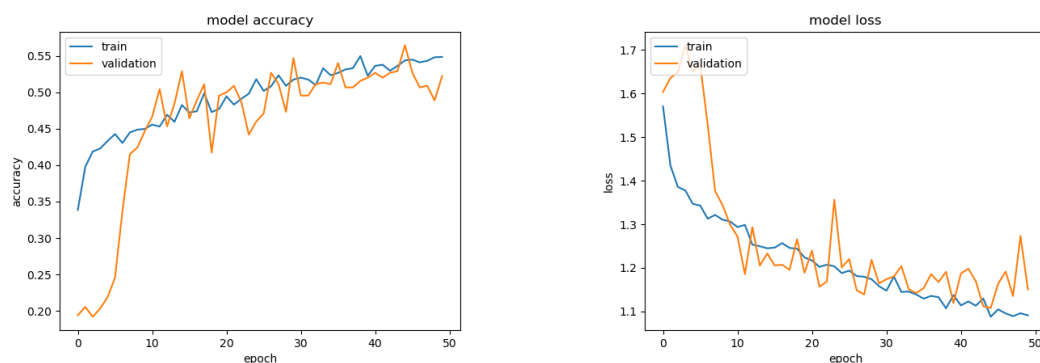
#print(tf.test.is_built_with_cuda())
#print(tf.config.list_physical_devices('GPU'))

gpus = tf.config.experimental.list_physical_devices('GPU')
tf.config.experimental.set_memory_growth(gpus[0], True)

BATCH_SIZE = 32
num_classes = 5
input_shape = (224, 224, 3)
epochs = 50
#optim_1 = Adam(learning_rate=0.001)
# Use a smaller learning rate
optim_2 = Adam(lr=0.0001)
```

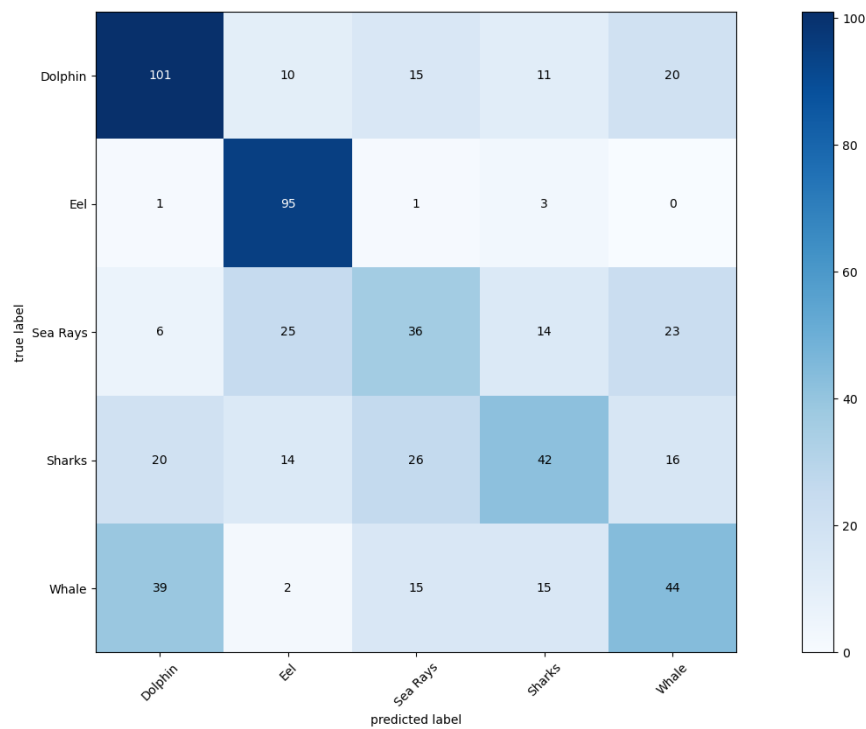
Gambar 4 Kode Pemrograman CNN

Evaluasi akurasi untuk klasifikasi gambar bawah air dapat digunakan untuk mengukur kinerja algoritma CNN. Dalam perhitungan akurasi, nilai prediksi digunakan untuk menghitung akurasi keseluruhan berdasarkan hasil klasifikasi setiap kelas. Kelas yang ada yaitu kelas hiu, belut, lumba-lumba, pari laut dan paus. Adapun hasil akurasi untuk metode CNN dapat dilihat pada Gambar 5.



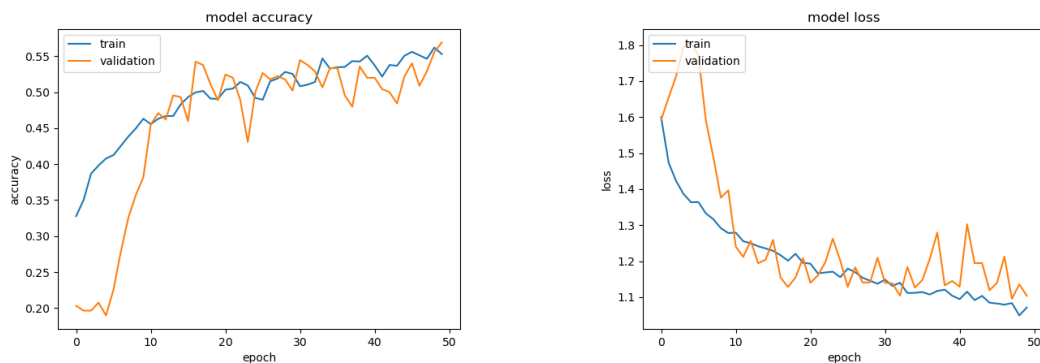
Gambar 5 Akurasi dan Loss CNN

Penggunaan confusion matrix untuk mengevaluasi kategorisasi gambar bawah air adalah langkah penting dalam eksperimen di mana evaluasi akurasi mungkin tidak cukup karena kelas berisi beberapa. Ini dapat dihindari dengan menggunakan confusion matrix, yang memungkinkan evaluasi kategorisasi per kelas dengan memeriksa hasil prediksi yang tepat. Adapun hasil confusion matrix untuk metode CNN dapat dilihat pada **Gambar 6**.



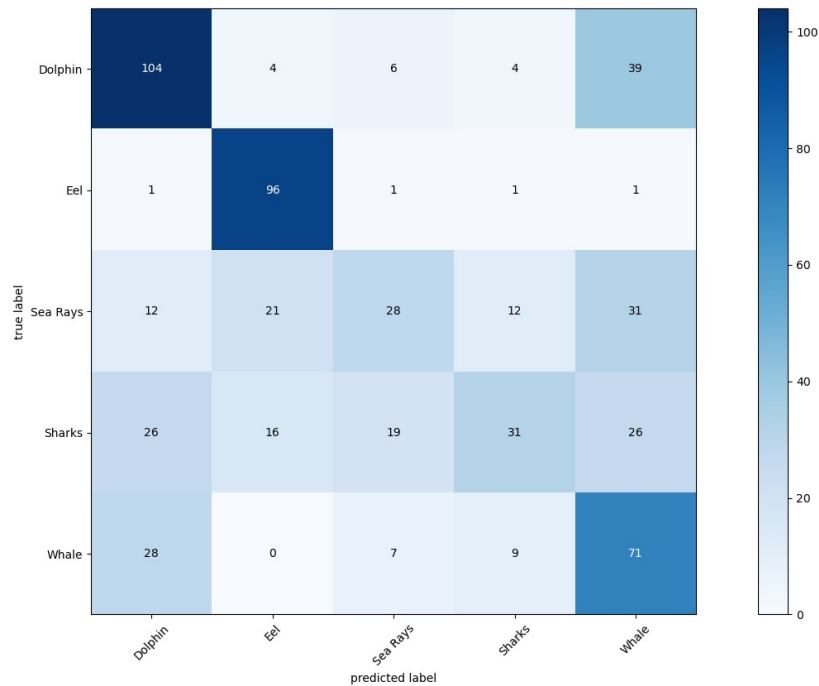
Gambar 6 Confusion Matrix CNN

Eksperimen kedua menggunakan CLAHE-CNN. Dalam perhitungan akurasi, nilai prediksi digunakan untuk menghitung akurasi keseluruhan berdasarkan hasil klasifikasi setiap kelas citra bawah laut. Kelas yang ada yaitu kelas hiu, belut, lumba-lumba, pari laut dan paus. Adapun hasil akurasi untuk metode CLAHE-CNN dapat dilihat pada **Gambar 7**.



Gambar 7 Akurasi dan Loss CLAHE-CNN

Evaluasi klasifikasi citra bawah air menggunakan confusion matrix merupakan aspek penting dalam eksperimen di mana evaluasi tunggal mungkin tidak cukup karena adanya beberapa objek atau wilayah dalam citra. Untuk mengatasi hal ini, confusion matrix dapat digunakan dan memungkinkan evaluasi klasifikasi per kelas dengan melihat hasil prediksi yang akurat. Adapun hasil confusion matrix untuk metode CLAHE-CNN dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Confusion Matrix CLAHE-CNN

Penelitian ini menggunakan evaluasi pada data berdasarkan data pelatihan, data validasi dan data pengujian dengan jumlah batch sebanyak 32 batch dan kelas data sebanyak 5 kelas. Evaluasi menggunakan metode akurasi untuk masing-masing eksperimen. Hasil akurasi untuk eksperimen dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1 Perbandingan Hasil Akurasi

Model	Pelatihan	Validasi	Pengujian
CNN	54.38%	56.47%	53.54%
CLAHE+CNN	55.29%	56.92%	55.56%
Peningkatan	0,91%	0,45%	2,02%

4. KESIMPULAN

Penelitian bertujuan untuk mengetahui kinerja metode image enhancement menggunakan Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) dan klasifikasi menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) pada dataset citra bawah air untuk memperbaiki kualitas dan klasifikasi citra bawah air. Dataset terdiri dari 500 gambar RGB yang berukuran 512×512 dalam format JPG dikumpulkan dari sumber internet. Dataset pada citra bawah air terdiri dari kelas hiu, belut, lumba-lumba, pari laut dan paus. Hasil eksperimen menunjukkan pengaruh CLAHE pada klasifikasi citra bawah air menggunakan CNN berdasarkan objek yang ada menunjukkan hasil peningkatan sebesar 0,91% pada data pelatihan, 0,45% pada data validasi dan 2,02% pada data pengujian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Lembaga Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat (LRPM) Universitas Dian Nusantara (UNDIRA) yang telah mendanai penelitian ini melalui skema penelitian internal.

REFERENSI

- [1] U. Rusmawan and I. Mulya, "Sistem Informasi Koperasi Menggunakan Metode Rapid Application Development (RAD)," *J. Inf. Syst. Technol*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2022.
- [2] G. Purnama and D. Ramayanti, "Aplikasi ChatBot Sistem Parental Control berbasis IoT," *Arcitech J. Comput. Sci. Artif. Intell.*, vol. 1, no. 2, pp. 127–138, 2021.
- [3] D. Ramayanti, Y. Jumaryadi, D. M. Gufron, and D. D. Ramadha, "Sistem Keamanan Perumahan Menggunakan Face Recognition," *TIN Terap. Inform. Nusant.*, vol. 3, no. 12, pp. 486–496, 2023.
- [4] H. Noprisson, E. Ermatita, A. Abdiansah, V. Ayumi, M. Purba, and H. Setiawan, "Fine-Tuning Transfer

- Learning Model in Woven Fabric Pattern Classification,” *Int. J. Innov. Comput. Inf. Control*, vol. 18, no. 06, p. 1885, 2022.
- [5] V. Ayumi, “Performance Evaluation of Support Vector Machine Algorithm for Human Gesture Recognition,” *Int. J. Sci. Res. Sci. Eng. Technol.*, vol. 7, no. 6, pp. 204–210, 2020.
- [6] A. Ratnasari, Y. Jumaryadi, and G. Gata, “Sistem Pakar Deteksi Penyakit Ginekologi Menggunakan Metode Forward Chaining,” *Resolusi Rekayasa Tek. Inform. dan Inf.*, vol. 3, no. 5, pp. 321–327, 2023.
- [7] B. Y. Geni, A. Supriyadi, H. Khotimah, and W. I. Yanti, “Rancang Bangun Company Profile Berbasis Web Menggunakan Metode Waterfall (Studi Kasus: APM Frozen Food),” *J. RESTIKOM Ris. Tek. Inform. dan Komput.*, vol. 6, no. 1, pp. 75–85, 2024.
- [8] B. Yuliadi and A. Nugroho, “Integration between management capability and relationship capability to boost supply chain project performance,” *Int. J. Supply Chain Manag.*, vol. 8, no. 2, pp. 241–252, 2019.
- [9] S. Hesti, “The effects of relational social capital and technological factors on knowledge sharing in an online community,” *Int. J. Innov. Creat. Chang.*, vol. 13, no. 4, 2020.
- [10] I. Kamil, M. Ariani, and I. A. Irawan, “The influence of lifestyle and financial literacy on online paylater system and its impact on spending behavior,” *J. Econ. Bus. Lett.*, vol. 4, no. 2, pp. 51–62, 2024.
- [11] S. Anwar and C. Li, “Diving deeper into underwater image enhancement: A survey,” *Signal Process. Image Commun.*, vol. 89, p. 115978, 2020.
- [12] M. K. Moghimi and F. Mohanna, “Real-time underwater image enhancement: a systematic review,” *J. Real-Time Image Process.*, vol. 18, no. 5, pp. 1509–1525, 2021.
- [13] C. Li, S. Anwar, and F. Porikli, “Underwater scene prior inspired deep underwater image and video enhancement,” *Pattern Recognit.*, vol. 98, p. 107038, 2020.
- [14] S. Chang, F. Gao, and Q. Zhang, “Underwater Image Enhancement Method Based on Improved GAN and Physical Model,” *Electronics*, vol. 12, no. 13, p. 2882, 2023.
- [15] X. Jiang *et al.*, “An Underwater Image Enhancement Method for a Preprocessing Framework Based on Generative Adversarial Network,” *Sensors*, vol. 23, no. 13, p. 5774, 2023.
- [16] W. Song, Y. Wang, D. Huang, A. Liotta, and C. Perra, “Enhancement of underwater images with statistical model of background light and optimization of transmission map,” *IEEE Trans. Broadcast.*, vol. 66, no. 1, pp. 153–169, 2020.
- [17] C. Yahui, L. Yitao, L. Yongfeng, L. Hongyue, and L. Lan, “Underwater Image Enhancement via Higher-Order Moment CLAHE Model and V Channel Substitute,” *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 15, no. 3, 2024.
- [18] O. Almutiry, K. Iqbal, S. Hussain, A. Mahmood, and H. Dhahri, “Underwater images contrast enhancement and its challenges: a survey,” *Multimed. Tools Appl.*, pp. 1–26, 2021.
- [19] H. Noprisson and V. Ayumi, “Railroad Track Damage Detection Using CLAHE-KNN (CLAHE K-Nearest Neighbor),” *JSAI (Journal Sci. Appl. Informatics)*, vol. 6, no. 2, pp. 274–279, 2023.
- [20] D. Fitriannah, K. M. Suryaningrum, N. T. M. Sagala, V. Ayumi, and S. M. Lim, “Fine-Tuned MobileNetV2 and VGG16 Algorithm for Fish Image Classification,” in *2022 International Conference on Informatics, Multimedia, Cyber and Information System (ICIMCIS)*, 2022, pp. 384–389.