

Identifikasi Kemiripan Desain Bangunan Heritage Dengan Transfer Learning

Risha Alfanda ⁽¹⁾, Sri Winiarti ⁽²⁾

^{1,2}, Informatika, Fakultas Teknik Industri, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, Indonesia

e-mail : risha1800018290@webmail.uad.ac.id, sri.winiarti@tif.uad.ac.id

* Penulis korespondensi.

Artikel ini diajukan xx xxxx 2022, direvisi xx xxxx 2022, diterima xx xxxx 2022, dan
dipublikasikan xx xxxx 2022.

Abstract

A heritage is a building that has tradition of a culture whose activities are carried out continuously until now and are the hallmark of that culture. Providing education on the introduction of heritage buildings is also one of the efforts to preserve these buildings for the sustainability of the younger generation. This research was conducted to build a system for identifying the similarity of heritage building designs using transfer learning. This research utilizes the pre-trained DenseNet121 model as the classification model. The dataset used is 4959 images for the training and testing process of the model. The testing process using confusion matrix obtained an accuracy of 99% with a loss value of 0.001. System experiments were carried out to test the level of similarity of other building designs with heritage building designs. The results obtained are the level of similarity of building designs with an average of above 80%.

Keywords: *Heritage, Transfer Learning, DenseNet121, Confusion Matrix*

Abstrak

Bangunan heritage merupakan bangunan yang memiliki corak khas atau tradisi dari suatu budaya yang kegiatannya dilakukan terus-menerus hingga sekarang dan dijadikan ciri khas dari budaya tersebut. Memberikan edukasi pengenalan bangunan heritage juga salah satu upaya pelestarian bangunan tersebut untuk keberlanjutan generasi muda. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk membangun sistem identifikasi kemiripan desain bangunan heritage dengan menggunakan transfer learning. Penelitian ini memanfaatkan pre-trained model DenseNet121 sebagai model klasifikasinya. Dataset yang digunakan sebanyak 4959 citra untuk proses pelatihan dan pengujian model. Proses pengujian dengan menggunakan confusion matrix mendapatkan hasil akurasi sebesar 99% dengan nilai loss sebesar 0.001. Percobaan sistem dilakukan untuk menguji tingkat kemiripan desain bangunan lain dengan desain bangunan heritage. Hasil yang didapat yaitu tingkat kemiripan desain bangunan dengan rata-rata diatas 80%.

Kata Kunci: *Heritage, Transfer Learning, DenseNet121, Confusion Matrix*

1. PENDAHULUAN

Bangunan *heritage* merupakan bangunan yang memiliki corak khas atau tradisi dari suatu budaya yang kegiatannya dilakukan terus menerus hingga sekarang dan dijadikan ciri khas dari budaya tersebut (Sri Winiarti, 2021). Bangunan *heritage* juga dapat diartikan sebagai peninggalan dari masa lampau yang harus dirawat. Bangunan *heritage* juga menjadi simbol atau ikon pada suatu daerah tertentu yang menjadi unsur kebudayaan. *heritage* sendiri memiliki nilai-nilai penting seperti, nilai estetika dari segi desain bangunannya, nilai spiritual dalam suatu agama ataupun kepercayaan, nilai sosial dimana bangunan *heritage* dapat menciptakan ikatan dalam suatu komunitas tertentu, nilai sejarah yang menjadi bukti bagi peradaban manusia, nilai simbolis pada bangunan *heritage* sebagai simbol pada suatu permukiman, dan nilai otentik dalam bangunan *heritage* menjadi suatu keunikan tertentu.

Dalam upaya pelestarian bangunan *heritage* di Indonesia, pemerintah telah mengatur hal tersebut dalam Undang-Undang Republik Indonesia No.11 Tahun 2010 yang berbunyi: “bahwa untuk melestarikan cagar budaya, negara bertanggung jawab dalam pengaturan perlindungan, pengembangan, dan pemanfaatan cagar budaya”. Dalam hal ini, pemerintah telah membuat



Artikel ini didistribusikan mengikuti lisensi Atribusi-NonKomersial CC BY-NC sebagaimana tercantum pada <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.

kebijakan- kebijakan untuk melestarikan bangunan *heritage* seperti, perawatan, renovasi, dan membentuk tim yang mengurus suatu cagar budaya tertentu. Dalam penelitian (Sri Winiarti, 2021) menjelaskan, bahwa kegiatan pendokumentasian dan pelestarian merupakan kegiatan yang terus meningkat karena beberapa faktor: pertama, pemerintah memberikan lebih banyak sumber daya untuk masalah ini karena nilai sosiokultural dan nilai ekonominya dianggap baik. Kedua, karena faktor ancaman yang tinggi baik dari alam maupun manusia seperti, bencana alam, perang, degradasi alam, polusi udara, perubahan iklim, vandalisme dan penelantaran. Pentingnya upaya dalam melestarikan bangunan *heritage* untuk keberlanjutan generasi berikutnya, dan hal pertama dalam upaya melestarikannya adalah dengan mengenali bangunan *heritage* di Indonesia.

Perkembangan teknologi semakin pesat dan kebutuhan teknologi juga banyak. Dalam kehidupan sehari-hari masyarakat sekarang tak luput dari perkembangan teknologi dan salah satunya adalah dokumentasi digital. Dokumen digital adalah sebuah konsep pengumpulan, penyimpanan dan pengolahan informasi dalam bentuk cetakan atau gambar elektronik yang dapat dipakai sebagai bukti atau keterangan. Dalam upaya pelestarian bangunan *heritage* di Indonesia media dokumentasi digital dapat menjadi salah satu wadah informasi bagi pengetahuan masyarakat. Informasi yang ada pada dokumentasi digital tersebut harus bernilai valid. Validasi dari tentang bangunan *heritage* tersebut membutuhkan sebuah rancangan sistem yang akurat, efisien dan menarik bagi pengguna

Dalam uraian permasalahan diatas dapat disimpulkan bahwa penelitian ini akan mengembangkan sebuah sistem yang dapat mengidentifikasi kemiripan desain bangunan *heritage* berdasarkan ornamen dan atap yang akan menghasilkan sebuah identifikasi tingkat kemiripan jenis desain bangunan. Dalam mengidentifikasi sebuah jenis bangunan (*heritage*) diperlukan dataset berdasarkan ornamen pada setiap bangunan. Kriteria kemiripan desain bangunan *heritage* dapat diidentifikasi melalui dari ornamen pada bangunan tersebut. Setiap ornamen pada sebuah bangunan *heritage* memiliki ciri dan makna tersendiri pada setiap bentuknya. Ornamen pada bangunan *heritage* memiliki ciri khas tersendiri pada setiap motifnya dan mengandung nilai-nilai sejarah di dalamnya. Identifikasi kemiripan desain bangunan *heritage* melalui bentuk dari ornamen dapat menghasilkan pengetahuan bagi dalam mempelajari nilai sejarah pada bangunan tersebut. (Lutfi, 2021)

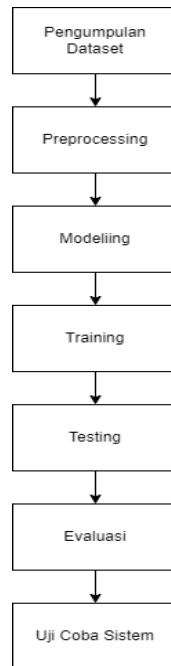
Penelitian ini menggunakan metode *transfer learning* dalam mengklasifikasi *dataset* yang digunakan. *Transfer learning* merupakan sebuah teknik yang memanfaatkan model yang sudah di training atau dicerdaskan sebelumnya (*pretrained model*) untuk digunakan dalam mengklasifikasi *dataset* yang baru sehingga tidak perlu untuk mentraining data dari awal (Fadlur Rochman, 2021). *Transfer learning* juga dapat diartikan sebagai sebuah teknik yang memanfaatkan *dataset* yang sudah dicerdaskan sebelumnya dalam menyelesaikan permasalahan yang berbeda. Arsitektur DenseNet121 digunakan sebagai pre-trained model yang akan menjadi arsitektur dalam pembuatan model identifikasi yang akan dibangun (Gao Huang, 2017). Kelebihan dalam pemanfaatan DenseNet121 yaitu memiliki jumlah parameter yang lebih terbatas (Arif Faizin, 2022). *Dataset* yang digunakan nantinya akan di training terlebih dahulu, kemudian dimodifikasi sesuai dengan kebutuhan penelitian dan langkah terakhir melakukan fine tuning pada *dataset* tersebut.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan (Amat Solihin, 2022) telah melakukan pengujian tingkat akurasi *transfer learning* pada klasifikasi alat musik tradisional Papua yaitu sebesar 98,46%. Penelitian serupa juga dilakukan (Raden B. Hardiprakoso, 2022) pada deteksi masker wajah menggunakan *transfer learning* juga mendapatkan hasil akurasi sebesar 98,3%. Dalam pemaparan hasil penelitian diatas terbukti tingkat akurasi yang dihasilkan oleh *transfer learning* mencapai angka diatas 90%. Maka dari itu peneliti akan menggunakan metode *transfer learning* dalam mengidentifikasi jenis bangunan (*heritage*).



2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode transfer learning dengan memanfaatkan arsitektur model DenseNet121 dan menggunakan bahasa pemrograman python, untuk membuat sistem identifikasi kemiripan desain bangunan heritage. Berikut langkah-langkah penelitian dimulai dengan pengumpulan dataset, preprocessing, modelling, training, testing, evaluasi dan uji coba sistem yang dibangun. Adapun alur penelitian dapat dilihat pada gambar.1



Gambar 1 Alur Penelitian

2.1 Pengumpulan Dataset

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dataset citra ornament dan atap pada tiap bangunan yang terdiri dari 3 kelas yang berbeda yaitu gereja Katolik Santo Yusuf, Ketandan, dan masjid Marguyuono. Pengumpulan data dapat diperoleh dari pengumpulan secara langsung dengan mengambil foto ornament dan atap pada tiap-tiap bangunan. Berikut contoh citra yang didapat pada masing-masing kelas prediksi ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2 (a) gereja katolik Santo Yusuf, (b) Ketandan, (c) masjid Marguyuono



Artikel ini didistribusikan mengikuti lisensi Atribusi-NonKomersial CC BY-NC sebagaimana tercantum pada <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.

Tabel 1 menunjukkan hasil pengumpulan dataset dari ketiga kelas bangunan tersebut yang masing-masing terdiri dari 1680 citra gereja katolik Santo Yusuf, 1640 citra Ketandan dan 1639 citra masjid Marguyuno, sehingga total jumlah keseluruhan dataset yaitu sebanyak 4959 citra.

Tabel 1 Jumlah Dataset

No.	Nama Kelas	Total Data
1	Gereja Katolik Santo Yusuf	1680
2	Ketandan	1640
3	Masjid Marguyuno	1639
Total		4959

2.2 Preprocessing

Setelah mengumpulkan dataset, selanjutnya yaitu tahapan preprocessing data dengan melakukan teknik *resizing* yaitu untuk menyesuaikan ukuran piksel citra menjadi 224 x 224 piksel. Teknik augmentasi juga digunakan dengan bantuan *Image Data Generator* dengan memanipulasi citra gambar seperti rescale gambar dengan rentang 1/255, merotasi gambar hingga 20 derajat, menggeser citra secara horizontal dan vertikal sebesar 20% dari lebar dan tinggi gambar, memutarbalikan gambar dengan rentang 20 derajat, mengzoom gambar hingga 20%, dan memfilpkan gambar hingga 20% secara acak. Kemudian teknik *splitting* atau membagi dataset untuk kebutuhan train, val dan test. Pembagian dataset dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Jumlah Pembagian Dataset

Nama Bangunan	Dataset			Total Data
	Train	Val	Test	
Gereja Katolik Santo Yusuf	1500	40	140	1680
Ketandan	1500	40	100	1640
Masjid Marguyuno	1500	40	99	1639
Total				4959

Pada tabel dapat dilihat bahwa terdapat ketidakseimbangan dalam pembagian jumlah data. Pada penelitian ini, penyeimbangan data tidak dilakukan hal ini dimaksud untuk melihat performa *transfer learning* dalam mengatasi data yang *imbalance*.



2.3 Modelling

Model identifikasi yang dibangun dengan mengimplementasikan *transfer learning* dan menggunakan *pre-trained model* sebagai *layer* ekstraksi fitur dan memodifikasi menggunakan lapisan identifikasi buatan sendiri. *Pre-trained model* yang digunakan dalam membangun sistem identifikasi ini yaitu merupakan model arsitektur *DenseNet121*. Proses pemodelan dilakukan dengan cara memanfaatkan *pre-trained model* DenseNet121 yang memiliki jumlah parameter sebanyak 8.090.179 param. Tabel 3 menunjukkan layer akhir yang menjadi model identifikasi kemiripan desain bangunan heritage.

Tabel 3 Summary Model

No	Layer(type)	Output Shape	Parameters
1.	input_1 (InputLayer)	[(None, 224, 224, 3)]	0
2.	DenseNet121_1.00_224 (Functional)	(None, 7, 7, 1024)	5244288
3.	global_average_pooling2d (GlobalAveragePooling2D)	(None, 1024)	0
4.	dropout (Dropout)	(None, 1024)	0
5.	dense (Dense)	(None, 512)	1049600
6.	batch_normalization (BatchNormalization)	(None, 512)	4096
7.	dropout_1 (Dropout)	(None, 512)	0
8.	main_model (Dense)	(None, 3)	3075
9	Total Params: 8,090,179		
10	Trainable params: 1,052,675		
11	Non-trainable params:7,037,504		

2.4 Training

Selanjutnya adalah tahapan training model atau pelatihan model, tahap pelatihan model dilakukan dengan menggunakan data train yang total berjumlah 4500 citra. Pembagian tersebut terdiri dari 3 kelas yang masing-masing berjumlah 1500 citra untuk bangunan gereja Katolik Santo Yusuf, bangunan Ketandan dan masjid Maguyuono untuk train generator, sedangkan data val berjumlah sebanyak 120 citra dengan masing-masing kelas. Tahap pelatihan menggunakan parameter pelatihan yang seperti optimasi nya menggunakan Adam dengan Learning Rate nya sebesar 0.0001, Loss Function nya menggunakan Categorical Crossentropy dan Metrics nya menggunakan Accuracy.

2.5 Testing

Tahap testing dilakukan untuk mengetahui performa model identifikasi kemiripan desain bangunan heritage yang telah dilatih dengan menggunakan arsitektur model DenseNet121. Testing juga dilakukan untuk mengetahui nilai akurasi dan nilai loss model yang dilatih dengan menggunakan dataset test.

2.6 Evaluasi

Tahap evaluasi model dilakukan dengan tujuan meninjau hasil akhir dari model identifikasi yang telah dibangun. Proses evaluasi model dilakukan dengan menggunakan confusion matrix untuk melihat seberapa tepat model identifikasi dalam memprediksi suatu citra. Tahap ini juga dapat diukur dengan melihat nilai dari precision, recall, dan accuracy (Karimi, 2021). Perhitungan nilai precision, recall dan accuracy dapat dilihat pada pers. (1), (2) dan (3).



$$Akurasi = \frac{A + D}{A + D + C + B} \quad (1)$$

$$Precision = \frac{A}{C + D} \quad (2)$$

$$Recall = \frac{A}{A + D} \quad (3)$$

dimana:

A adalah jumlah data positif yang diprediksi dengan benar.

B adalah jumlah data negatif yang diprediksi dengan benar.

C adalah jumlah data positif yang diprediksi dengan salah.

D adalah jumlah data negatif yang diprediksi dengan salah.

2.7 Uji Coba Sistem

Tahapan ini adalah tahap terakhir dalam pembuatan sistem identifikasi kemiripan desain bangunan heritage dengan menggunakan transfer learning dan memanfaatkan arsitektur model DenseNet121. Uji coba dilakukan dengan menggunakan library Tkinter sebagai interface nya dengan tujuan menjadi penghubung antara user dengan sistem. Percobaan sistem dilakukan dengan menggunakan sampel baru yaitu bangunan-bangunan yang apakah memiliki kesamaan desain bangunan dengan bangunan heritage yang dijadikan objek penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Training

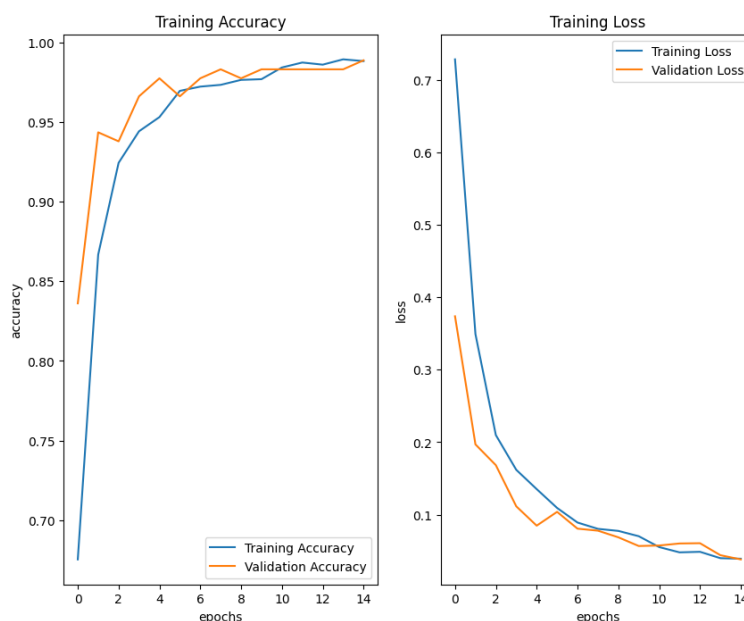
Pelatihan model dilakukan dengan menggunakan beberapa parameter pelatihan yaitu sebagai berikut:

- Jumlah epoch yang digunakan sebanyak 15
- Step per epoch sebanyak 141
- Validation steps sebanyak 4

Proses pelatihan dilakukan dengan menggunakan 15 epochs untuk melihat performa model dengan memanfaatkan pre-trained model DenseNet121 dalam menghasilkan nilai akurasi dan nilai loss. Step per epochs yang digunakan sebesar 141, hal ini dilakukan agar waktu pelatihan tidak terlalu lama akan tetapi mendapatkan hasil yang baik dan juga untuk validation step yang digunakan sebesar 4. Proses dalam melakukan pelatihan juga menggunakan earlystopping yang berfungsi untuk menghentikan proses pelatihan agar model terhindar dari kondisi overfitting. Fungsi earlystop-ping digunakan apabila proses pelatihan telah mendapatkan nilai pelatihan dan validasi tidak ada kenaikan performa setelah dilakukan 5 kali pelatihan kemudian proses pelatihan akan diberhentikan.

Pada proses pelatihan model dengan menggunakan arsitektur *DenseNet121* dilakukan iterasi sebanyak 15 kali dengan mendapatkan nilai akurasi pelatihan sebesar 98,82% dan nilai *loss* pelatihan sebesar 0.39, sedangkan nilai akurasi validasi mendapatkan nilai sebesar 98,87% dengan nilai *loss* sebesar 0.38. Hasil pelatihan digambarkan ke dalam grafik yang dapat dilihat pada gambar 4.





Gambar 3 Grafik Hasil Pelatihan

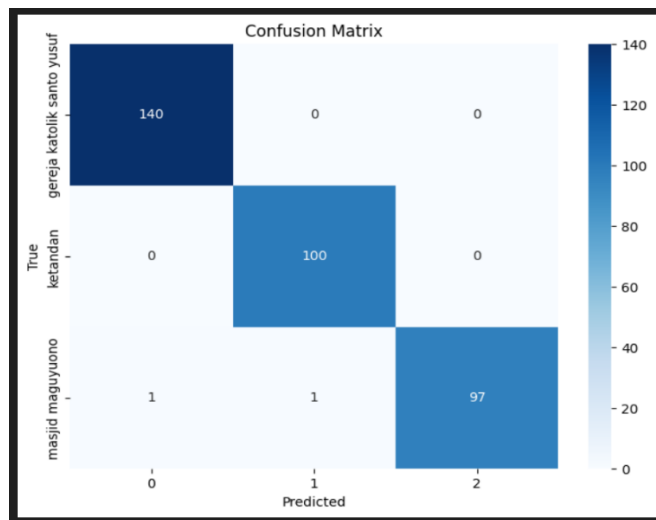
3.2 Hasil Testing

Hasil yang di dapatkan dengan melakukan testing pada model yang telah dilatih, yaitu mendapatkan nilai akurasi sebesar 99% dan nilai loss sebesar 0.01 dengan menggunakan data test sebanyak 360 citra. Penggunaan arsitektur DenseNet121 dalam membangun model identifikasi mendapatkan hasil yang sangat baik setelah melalui proses persiapan data dan pelatihan model dengan benar.

3.3 Hasil Evaluasi

Tahap pengujian model menggunakan dataset testing yang berjumlah 339 citra yang terdiri dari 140 citra gereja Katolik Santo Yusuf, 100 citra Ketandan dan 99 citra masjid Maguyuono. Pengujian model menggunakan confusion matrix yang berfungsi untuk melihat performa model identifikasi bangunan yang telah dibangun. Pada Gambar 5 menunjukkan hasil dari prediksi citra dengan menggunakan data test yaitu pada kelas gereja katolik Santo Yusuf semua sampel berhasil diprediksi dengan benar, bangunan Ketandan juga pada semua sampel gambar berhasil diprediksi dengan benar, akan tetapi pada bangunan masjid Marguyuono mendapati 2 sampel gambar yang tidak dapat diprediksi dengan benar.





Gambar 4 Hasil Prediksi Citra

Proses evaluasi kinerja model juga menghasilkan nilai precision, recall dan accuracy untuk prediksi pada setiap kelas. Pada Tabel 4 menunjukkan hasil evaluasi dari ketiga kelas yang di uji.

Tabel 4 Hasil Confusion Matrix

Hasil	Nama Kelas			Rata-rata
	Gereja Katolik Santo Yusuf	Ketandan	Masjid Marguyuno	
Precision	99%	99%	100%	99%
Recall	100%	100%	98%	100%
Accuracy		99%		99%







Pada tabel menjelaskan bahwa arsitektur model DenseNet121 memiliki performa yang sangat baik, dapat dilihat dari nilai akurasi dan loss validasi yang sangat baik. Model ini juga dapat dikatakan baik dengan melihat hasil pengujian confusion matrix yang sangat baik dengan nilai precision, recall, dan accuracy pada masing-masing class diatas 98%.

3.4 Uji Coba Sistem

Pengujian juga dilakukan dengan melakukan percobaan menggunakan sampel gambar bangunan yang berbeda dengan mengambil 3 sampel bangunan yang memiliki konsep bangunan yang sama dengan data penelitian. Percobaan dilakukan untuk melihat performa sistem identifikasi kemiripan desain bangunan sesuai yang diharapkan atau tidak. Percobaan juga dilakukan guna mengetahui berapa persentase kemiripan desain bangunan lain dengan bangunan heritage yang dijadikan objek penelitian. Hasil uji coba sistem dapat dilihat pada table 5.



Tabel 5 Hasil Percobaan Sistem

Sampel data	Sampel uji	Hasil Prediksi	Tingkat Kemiripan
Gereja Katolik Santo Yusuf Yogyakarta 	Gereja Katolik Santo Yusuf Cirebon 	Desain bangunan data uji mirip dengan konsep bangunan <i>heritage</i> gereja Katolik Santo Yusuf Yogyakarta	82.81%
Ketandan 	Benteng Klenteng Leng Chun Keng 	Desain data uji bangunan mirip dengan konsep bangunan <i>heritage</i> Ketandan	99.94%
Masjid Maguyuno 	Masjid Jawa Bangkok 	Desain data uji bangunan mirip dengan konsep bangunan <i>heritage</i> Masjid Maguyuno	90.70%

4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah membangun sistem identifikasi kemiripan desain bangunan *heritage* dengan mengimplementasikan transfer learning dan memanfaatkan pre-trained model DenseNet121 berdasarkan ornament dan atap bangunan. Hasil pengujian dengan menggunakan confusion matrix menghasilkan rata-rata nilai precision sebesar 99%, recall sebesar 100% dan nilai akurasi sebesar 99% dengan nilai loss sebesar 0.01. Percobaan sistem juga dilakukan dan menghasilkan persentase tingkat kemiripan bangunan lain dengan bangunan *heritage* yang dijadikan data penelitian.



Saran untuk penelitian selanjutnya, dapat menambahkan jumlah data dan sampel gambar bangunan agar lebih bervariasi dalam membangun sistem identifikasi kemiripan desain bangunan heritage.

UCAPAN TERIEMA KASIH

Terima kasih kepada civitas akademik Informatika Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta serta seluruh pihak yang secara langsung dan tidak langsung yang telah mendukung dan berpartisipasi dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amat Solihin, D. I. (2022). Klasifikasi Alat Musik Tradisional Papua Menggunakan Metode Transfer Learning dan Data Augmentasi . *Jurnal SISKOMKB (Sistem Komputer dan Kecerdasan Buatan)*, 36-44.
- Arif Faizin, A. T. (2022). Deep Pre-Trained Model Menggunakan Arsitektur DenseNet Untuk Identifikasi Penyakit Daun Padi . *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 615-621.
- Ariyanto, A. S. (2018). Implementasi Deep Learning Berbasis Pengenalan Wajah. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*.
- Deviyanto, A., & Wahyudi, M. D. (2018). Penerapan Analisis Sentimen pada Pengguna Twitter Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor. *JISKA (Jurnal Informatika Sunan Kalijaga)*, 3(1), 1-13.
- Fadlur Rochman, H. J. (2021). Implementasi Transfer Learning untuk Identifikasi Ordo Tumbuhan Melalui Daun. *Jurnal Syntax Admiration*.
- Gao Huang, Z. L. (2017). Densely Connected Convolutional Networks. *In Proceedings of the IEEE Conference on Computer and Pattern Recognition*, 4700-4708.
- Karimi, Z. (2021). Confusion Matrix. *ResearchGate*.
- Kusuma, M. F. (2021). Pendeteksi Citra Masker Wajah Menggunakan CNN dan Transfer Learning . *JTIK (Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer)*, 1293-1300.
- Lutfi, M. I. (2021). Identifikasi Jenis Penyakit Daun Jagung Menggunakan Deep Learning Pre-Trained Model. *Explore it*, 35-42.
- Primajaya, N. A. (2022). Identifikasi Penyakit Leaf Mold Daun Tomat Menggunakan Model DenseNet121 Berbasis Transfer Learning. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*.
- R. D. Kusmanto, A. N. (2011). Klasifikasi Warna Menggunakan Pengolahan Model Warna HSV. *Jurnal Ilmiah Elite Elektro*, 83-87.
- Raden B. Hardiprakoso, N. Q. (2022). Deteksi Masker Wajah Menggunakan Deep Transfer Learning dan Augmentasi Gambar. *JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer)*, 12-18.
- Sri Winiarti, M. Y. (2021). deep learning dalam mengidentifikasi jenis bangunan heritage dengan algoritma convolutional neural network. *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, 831-837.
- Wibowo, A. P. (2016). Implementasi Teknik Computer Vision Dengan Metode Colored Markers Trajectory Secara Real Time. *Jurnal Teknik Informatika*, 45-48.
- Wonohadidojo, D. M. (2021). Perbandingan Convolutional Neural Network pada Transfer Learning Method untuk Mengklasifikasikan Sel Darah Putih. *ULTIMATICS (Jurnal Teknik Informatika)*, 51-57.
- Yahya Aluntas, Z. C. (2019). Identification of Haploid and Diploid Maize Seeds Using Convolutional Neural Networks and a Transfer Learning Approach. *ELSEVIER Computers and Electronics in Agriculture*, 1-11.

