

Pengelolaan Dataset Citra Batik Dayak Kalimantan untuk Klasifikasi Motif Berbasis Machine Learning dengan Roboflow

Management of Kalimantan Dayak Batik Image Dataset for Machine Learning-Based Motif Classification with Roboflow

Mutia Ramadani^{1*}, Muhammad Faqih Dzulqarnain², Irwan Adhi Prasetya³

^{1,2,3}Program Studi D-III Teknologi Informasi, Fakultas Teknologi Informasi

Politeknik 'Aisyiyah Pontianak

Jl. Ampera, Sungai Jawi, Kec. Pontianak Kota, Kota Pontianak, Kalimantan Barat 78114, Indonesia

email: ^{*}mutiaramadani@polita.ac.id, ²faqih.dzulqarnain@polita.ac.id, ³irwan.adhi@polita.ac.id

DOI;
10.30595/jrst.xxxx

Histori Artikel:

Diajukan:
xx/xx/20xx

Diterima:
xx/xx/20xx

Diterbitkan:
xx/xx/20xx

ABSTRAK

NPP: 6171052A2000001

Batik Dayak Kalimantan merupakan warisan budaya Indonesia dengan nilai filosofis tinggi dan karakteristik visual kompleks yang berpotensi dikembangkan melalui digitalisasi berbasis computer vision. Permasalahan utama dalam pengembangan analisis citra Batik Dayak adalah belum tersedianya dataset yang terstruktur, terlabel, dan siap digunakan untuk kebutuhan machine learning. Penelitian ini bertujuan mengelola dataset citra Batik Dayak Kalimantan berbasis atribut visual secara sistematis menggunakan platform Roboflow guna mendukung analisis klasifikasi motif batik. Metode yang digunakan meliputi penggunaan ulang 1.200 citra dari lima kelas berdasarkan provinsi asal di Kalimantan, dengan tahapan unggah dataset, pembagian dataset rasio 70:20:10 menggunakan stratified split, preprocessing (Auto-Orient dan resize 224×224 piksel), anotasi dan pelabelan menggunakan Roboflow Annotate, serta augmentasi data (flip, crop, rotation) yang diterapkan khusus pada data latih. Augmentasi meningkatkan data latih dari 838 menjadi 2.514 citra sehingga total dataset menjadi 2.876 citra, sementara data validasi (241 citra) dan data uji (121 citra) dipertahankan tanpa augmentasi. Model Convolutional Neural Network (CNN) dengan arsitektur ResNet-50 dilatih selama 28 epoch dan mencapai akurasi validasi terbaik sebesar 87,1%, menunjukkan performa klasifikasi yang kompetitif dibandingkan penelitian sejenis. Hasil ini membuktikan bahwa dataset Batik Dayak yang dikelola secara terstruktur melalui Roboflow mendukung pembelajaran model dengan baik sekaligus berkontribusi pada pelestarian budaya.

Kata Kunci: Dataset; Batik Dayak; Roboflow; Machine Learning; CNN.

ABSTRACT

Dayak Batik from Kalimantan is a significant Indonesian cultural heritage with rich philosophical meaning and complex visual characteristics, making it suitable for digitalisation through computer vision technology. A major challenge in developing batik image analysis is the lack of structured, well-annotated datasets for machine learning. This study aims to manage a structured image dataset of Dayak Batik based on visual attributes using the Roboflow platform to support motif classification analysis. The method involved reusing

1,200 images across five classes based on regional origin in Kalimantan, with stages including uploading the dataset, splitting it into training, validation, and testing sets using a stratified 70:20:10 ratio, preprocessing through Auto-Orient and resizing to 224x224 pixels, annotation and labelling using Roboflow Annotate, and data augmentation (flipping, cropping, rotation) applied only to the training set. Augmentation increased training data from 838 to 2,514 images, bringing the total dataset to 2,876 images, while validation and testing sets of 241 and 121 images remained unaugmented. A Convolutional Neural Network model based on ResNet-50 was trained for 28 epochs and achieved a best validation accuracy of 87.1%, demonstrating competitive performance compared to similar studies. These findings confirm that the structured Dayak Batik dataset supports the model learning process while contributing to cultural preservation.

Keywords: Dataset; Dayak Batik; Roboflow; Machine Learning; CNN



1. PENDAHULUAN

Perkembangan *Artificial Intelligence* (AI) telah mendorong transformasi digital di berbagai sektor melalui pemanfaatan analisis data berbasis pembelajaran mesin yang adaptif dan efisien (Hughes et al., 2021). Salah satu cabang AI yang berkembang pesat adalah *computer vision*, yaitu bidang yang berfokus pada kemampuan sistem komputer dalam memahami dan menginterpretasikan informasi visual dari citra digital secara otomatis, sehingga menjadi teknologi kunci dalam berbagai aplikasi analisis citra modern (Zhao et al., 2024). *Convolutional Neural Network* (CNN) telah menjadi pendekatan dominan dalam klasifikasi citra karena kemampuannya mengekstraksi fitur visual secara hierarkis tanpa memerlukan rekayasa fitur manual (Zhao et al., 2024), dan keberhasilan model CNN sangat dipengaruhi oleh kualitas serta pengelolaan *dataset* yang digunakan, karena *dataset* yang baik akan meningkatkan kemampuan generalisasi dan akurasi prediksi model (Minarno et al., 2023).

Batik sebagai warisan budaya Indonesia telah diakui oleh UNESCO sebagai warisan budaya takbenda dunia dan sedang diupayakan pelestariannya melalui dokumentasi digital yang sistematis (Arciszewski et al., 2022), mengingat setiap daerah memiliki karakteristik motif yang unik, termasuk Batik Dayak Kalimantan yang kaya akan simbol flora dan fauna khas serta nilai filosofis budaya lokal (Aras et al., 2022). Sayangnya, dokumentasi *dataset* citra Batik Dayak Kalimantan saat ini masih terbatas dan belum tersusun secara sistematis untuk mendukung kebutuhan analisis berbasis *machine learning* (Aras et al., 2022). Berbeda dengan *dataset* Batik Jawa yang telah memiliki ratusan hingga ribuan citra terkurasi, *dataset* citra Batik Dayak Kalimantan yang terdokumentasi secara publik masih sangat terbatas dan sebagian besar belum dikelola secara terstruktur untuk mendukung pengembangan model *machine learning*. Penelitian ini melakukan penggunaan ulang sebanyak 1.200 citra yang terbagi ke dalam lima kelas berdasarkan provinsi asal di Kalimantan, yaitu Kalimantan Barat, Kalimantan Timur, Kalimantan Selatan, Kalimantan Utara, dan Kalimantan Tengah, sebagai upaya membangun *dataset* yang lebih representatif.

Distribusi kelas yang tidak seimbang dapat menyebabkan bias model dan menurunkan performa klasifikasi (Minarno et al., 2023),

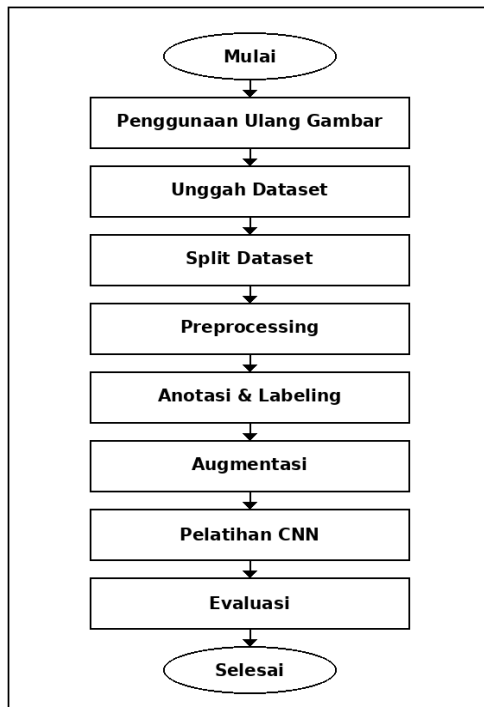
sehingga pemanfaatan atribut visual citra seperti warna dan pola geometris menjadi penting untuk meningkatkan akurasi sistem klasifikasi visual (Bianconi et al., 2021). Pendekatan berbasis atribut ini terbukti efektif dalam studi klasifikasi tekstil tradisional dengan kompleksitas visual tinggi (Quan et al., 2024), sedangkan teknik data *augmentation* digunakan untuk meningkatkan variasi *dataset* dan mengurangi risiko *overfitting* maupun *underfitting* pada model *machine learning* (Zeng et al., 2024). Penelitian klasifikasi batik berbasis CNN telah banyak dilakukan di Indonesia, meskipun sebagian besar berfokus pada motif Batik Jawa seperti Batik Solo dan Batik Yogyakarta (Sari et al., 2025), dan implementasi VGG16 dalam klasifikasi batik berbasis *web* juga menunjukkan hasil akurasi tinggi pada *dataset* yang telah terkurasi dengan baik (Shafira et al., 2024). Penelitian yang secara khusus membangun dan mengelola *dataset* citra Batik Dayak Kalimantan secara sistematis berdasarkan atribut visual masih sangat terbatas, sehingga menjadi celah penelitian yang perlu segera diisi.

Pemanfaatan platform seperti Roboflow memungkinkan integrasi proses anotasi, augmentasi, dan pengelolaan *dataset* dalam satu sistem terstandarisasi, sehingga proses pembangunan *dataset* menjadi lebih cepat dan konsisten pada penelitian berbasis *computer vision* (Talaat et al., 2023). Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengelola *dataset* citra Batik Dayak Kalimantan secara terstruktur menggunakan platform Roboflow dan mengevaluasi kualitas *dataset* tersebut melalui pelatihan model CNN berbasis ResNet-50.

2. METODE PENELITIAN

proses pengumpulan, pengorganisasian, *preprocessing*, anotasi, augmentasi, serta pembagian *dataset* citra Batik Dayak Kalimantan secara sistematis menggunakan platform Roboflow. Platform ini dipilih karena menyediakan fitur pengelolaan *dataset* citra secara menyeluruh dan terintegrasi, mulai dari unggah *dataset*, *preprocessing*, anotasi, augmentasi, hingga ekspor *dataset* dalam berbagai format *machine learning*, sehingga proses penelitian menjadi lebih efisien, terdokumentasi, dan *reproducible* (Aras et al., 2022). Tahapan penelitian disusun mengikuti alur kerja pengelolaan *dataset* berbasis Roboflow

yang terdiri dari tujuh tahapan operasional, sebagaimana disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Tahapan pertama adalah penggunaan ulang *dataset* citra Batik Dayak dari lima provinsi di Kalimantan yang bersumber dari penelitian (Aras et al., 2022). Tahap kedua adalah unggah *dataset* ke platform Roboflow untuk dikelola secara terpusat. Tahap ketiga adalah pembagian *dataset* menjadi data latih, validasi, dan uji dengan rasio 70:20:10 menggunakan metode *stratified split* sebelum tahap augmentasi dilakukan, sehingga proporsi setiap kelas provinsi tetap seimbang pada masing-masing subset. Tahap keempat adalah *preprocessing* berupa *Auto-Orient* dan *resize* 224×224 piksel untuk menstandarisasi seluruh citra sesuai kebutuhan *input* arsitektur CNN. Tahap kelima adalah anotasi dan pelabelan citra berdasarkan atribut daerah asal provinsi menggunakan fitur *Roboflow Annotate*. Tahap keenam adalah augmentasi data menggunakan teknik *flip* (horizontal dan vertikal), *crop* (0–20% *zoom*), dan *rotation* (–45° hingga +45°) yang diterapkan khusus pada data latih, sementara data validasi dan data uji dipertahankan dalam bentuk aslinya agar evaluasi model dapat dilakukan secara objektif. Tahap terakhir adalah pelatihan model CNN menggunakan arsitektur ResNet-50, yang dipilih karena kemampuannya

mengatasi permasalahan *vanishing gradient* pada jaringan yang dalam melalui *skip connection*, dilanjutkan dengan evaluasi performa model menggunakan data validasi melalui metrik akurasi.

2.1 Penggunaan Ulang Dataset

Semua gambar dan Tabel harus diacu Penggunaan ulang data dilakukan dengan target total 1.200 citra yang terdiri dari lima kelas berdasarkan provinsi asal di Kalimantan, yaitu Kalimantan Barat, Kalimantan Selatan, Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur, dan Kalimantan Utara, dengan masing-masing kelas berjumlah 240 citra sebelum augmentasi. Jumlah tersebut ditentukan berdasarkan kajian yang menyatakan bahwa sebagian besar studi klasifikasi citra menggunakan kurang dari 500 citra per kelas dan tetap mampu mencapai performa model yang baik, terutama ketika dikombinasikan dengan teknik augmentasi data (Safonova et al., 2022). Rincian target penggunaan ulang data disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rincian sumber penggunaan ulang dataset

No	Kelas Provinsi	Jumlah Citra
1	Kalimantan Barat	240
2	Kalimantan Utara	240
3	Kalimantan Selatan	240
4	Kalimantan Tengah	240
5	Kalimantan Timur	240
	Total	1.200

2.2. Pembagian dan Preprocessing Dataset

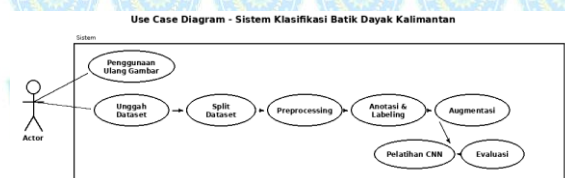
Dataset dibagi menjadi tiga subset menggunakan rasio 70:20:10 secara acak terstratifikasi melalui fitur *Train/Test Split* pada Roboflow sebelum tahap augmentasi dilakukan, dengan tujuan agar augmentasi hanya diterapkan pada data latih sementara data validasi dan data uji tidak diaugmentasi. Tahap *preprocessing* meliputi *Auto-Orient* untuk memastikan orientasi citra benar secara otomatis, dan *Resize* untuk menyeragamkan seluruh citra menjadi 224×224 piksel sesuai kebutuhan arsitektur ResNet-50.

2.3 Anotasi dan Augmentasi Dataset

Anotasi dan pelabelan dilakukan berdasarkan atribut daerah asal provinsi menggunakan fitur *Roboflow Annotate*, yang mendukung metode anotasi *bounding box*, *polygon*, dan segmentasi serta fitur *smart polygon* berbasis kecerdasan buatan untuk mempercepat proses pelabelan. Augmentasi *dataset* diterapkan khusus pada data latih menggunakan tiga teknik transformasi geometris, yaitu *flip*, *crop*, dan *rotation*, karena teknik ini masih menjadi teknik yang paling banyak digunakan untuk memperbesar dan meningkatkan keberagaman data pelatihan (Mumuni & Mumuni, 2022).

2.4 Metode Pengujian

Pengujian dilakukan menggunakan metrik evaluasi akurasi untuk mengukur performa model klasifikasi secara keseluruhan, sesuai dengan ruang lingkup penelitian yang berfokus pada pengelolaan *dataset*. Skenario pengujian mencakup kelengkapan *dataset* per kelas, keseimbangan distribusi kelas, konsistensi anotasi, akurasi model, serta waktu pelatihan model. Diagram *use case* penelitian yang menggambarkan interaksi antara Peneliti dan Sistem Roboflow dalam delapan proses utama disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram use case sistem

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

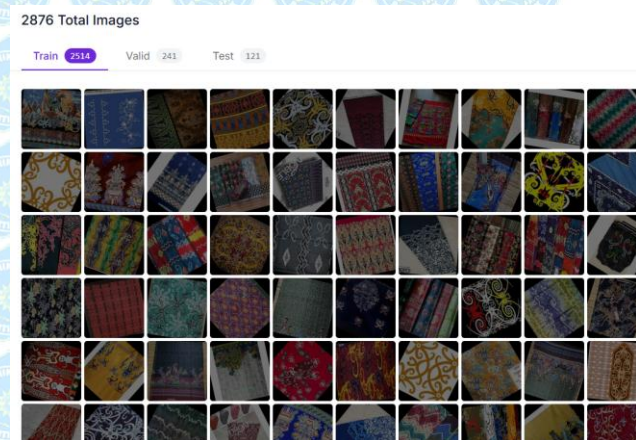
platform Roboflow melalui tahapan penggunaan ulang *dataset* sebanyak 1.200 citra, unggah *dataset*, *preprocessing*, anotasi dan pelabelan, augmentasi data, serta pembagian *dataset* menjadi data latih, validasi, dan data uji. Seluruh 1.200 citra diunggah ke platform Roboflow secara bertahap berdasarkan kelas provinsi menggunakan fitur *batch* unggah dengan kecepatan 180 *images/min*. Pembagian *dataset* menggunakan *stratified split* menghasilkan data latih sebanyak 838 citra, data validasi sebanyak 241 citra, dan data uji sebanyak 121 citra, sesuai dengan rasio 70:20:10 yang ditetapkan.

Proses augmentasi data menggunakan teknik *flip* (horizontal dan vertikal), *crop* (0–20% *zoom*), dan *rotation* (–45° hingga +45°) berhasil memperluas jumlah data latih secara signifikan

dari 838 citra menjadi 2.514 citra, atau meningkat sekitar tiga kali lipat, sehingga total keseluruhan *dataset* menjadi 2.876 citra sebagaimana disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 3. Data validasi dan data uji tetap dipertahankan tanpa augmentasi masing-masing sebanyak 241 dan 121 citra agar evaluasi model dapat dilakukan secara objektif terhadap data yang belum pernah dimodifikasi.

Tabel 2. Perbandingan jumlah dataset sebelum dan sesudah augmentasi

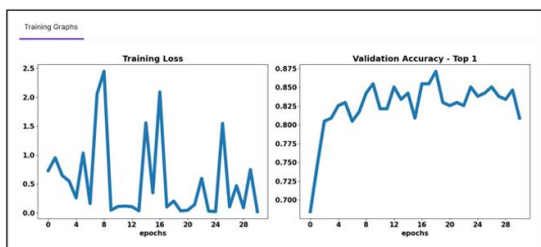
Kondisi	Train	Validasi	Test	Total
Sebelum Augmentasi	838	241	121	1.200
Sesudah Augmentasi	2.514	241	121	2.876



Gambar 3. Hasil augmentasi dataset pada platform Roboflow

Model klasifikasi CNN dengan arsitektur ResNet-50 dilatih selama 28 *epoch* menggunakan *dataset* latih yang telah melalui tahapan *preprocessing*, anotasi, dan augmentasi. Grafik hasil pelatihan pada Gambar 4 menunjukkan bahwa *training loss* memiliki pola fluktuatif dengan nilai awal sekitar 0,7 pada *epoch* 0, mengalami beberapa lonjakan tajam pada *epoch* 8, 16, dan 25, sebelum akhirnya menurun mendekati 0 pada *epoch-epoch* akhir. Sementara itu, akurasi validasi *Top-1* menunjukkan tren peningkatan dari sekitar 0,68 pada *epoch* 0 hingga mencapai nilai tertinggi sekitar 0,872 pada *epoch* 18, kemudian berfluktuasi turun hingga sekitar 0,805 pada *epoch-epoch* berikutnya. Pola kesenjangan antara *training loss* yang terus menurun dengan

validation accuracy yang berfluktuasi turun ini mengindikasikan adanya *overfitting* ringan pada tahap akhir pelatihan.



Gambar 4. Grafik hasil pelatihan model CNN

Nilai akurasi validasi terbaik yang tercatat oleh sistem Roboflow adalah sebesar 87,1% (Gambar 5), yang merepresentasikan performa terbaik model selama pelatihan berlangsung dan bukan hasil evaluasi pada *epoch* terakhir. Dari 241 citra data validasi, model ResNet-50 berhasil mengklasifikasikan sekitar 210 citra dengan benar sesuai daerah asal provinsinya, sedangkan sekitar 31 citra diklasifikasikan keliru ke kelas provinsi lain.



Gambar 5. Hasil validasi akurasi model ResNet-50

Dibandingkan dengan penelitian terdahulu, nilai akurasi 87,1% berada pada rentang yang kompetitif. (Londhe & Rao, 2022) melaporkan akurasi 86,6% menggunakan arsitektur AlexNet pada *dataset* lima kelas berukuran 400 citra dengan rasio pembagian 70:30, sementara penelitian ini menggunakan *dataset* yang telah diperkaya melalui augmentasi menjadi 2.876 citra dengan arsitektur ResNet-50. Perbandingan ini menunjukkan bahwa kombinasi pengelolaan *dataset* yang terstruktur melalui Roboflow, mencakup *preprocessing*, anotasi berbasis atribut, dan augmentasi, berkontribusi terhadap performa klasifikasi yang setara dengan penelitian sejenis, sekaligus menegaskan bahwa pengelolaan *dataset* yang sistematis merupakan faktor penting dalam pengembangan model klasifikasi citra budaya seperti Batik Dayak Kalimantan.

Penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Evaluasi performa model hanya menggunakan metrik akurasi sehingga belum memberikan gambaran rinci mengenai kemampuan model dalam mengklasifikasikan setiap kelas, karena metrik *precision*, *recall*, dan *F1-Score* belum dihitung akibat keterbatasan platform berbayar. Evaluasi model juga hanya dilakukan satu kali pengujian terhadap satu subset data validasi (*single split*), sehingga belum dapat menggambarkan konsistensi performa model secara menyeluruh. Selain itu, *dataset* yang digunakan masih terbatas pada 1.200 citra dari lima provinsi di Kalimantan, sehingga variasi motif yang lebih luas dari berbagai daerah dan jenis Batik Dayak lainnya belum sepenuhnya terakomodasi.

NPP. 6171052A2000001

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, *dataset* citra Batik Dayak Kalimantan berhasil dikelola secara terstruktur menggunakan platform Roboflow melalui tahapan penggunaan ulang data, *preprocessing*, anotasi dan pelabelan, augmentasi, serta pembagian *dataset*. *Dataset* terdiri dari 1.200 citra yang terbagi rata ke dalam lima kelas berdasarkan provinsi asal di Kalimantan dengan 240 citra per kelas, kemudian dibagi menjadi data latih (838 citra), data validasi (241 citra), dan data uji (121 citra) dengan rasio 70:20:10. Augmentasi berupa flip, crop, dan rotation yang diterapkan khusus pada data latih berhasil menambah jumlah data latih menjadi 2.514 citra, sementara data validasi dan uji tidak diaugmentasi agar evaluasi model tetap objektif. Model Convolutional Neural Network dengan arsitektur ResNet-50 yang dilatih selama 28 *epoch* mencapai akurasi validasi terbaik sebesar 87,1%, yang berada pada rentang kompetitif dibandingkan penelitian sejenis, sehingga membuktikan bahwa *dataset* yang dikelola secara terstruktur melalui Roboflow mampu mendukung proses pembelajaran model klasifikasi motif Batik Dayak Kalimantan dengan baik. Penelitian selanjutnya disarankan menambah jumlah dan variasi citra, melaporkan metrik evaluasi yang lebih komprehensif seperti *precision*, *recall*, *F1-Score*, dan *confusion matrix* per kelas, serta menerapkan *k-fold cross-validation* untuk memperoleh gambaran performa model yang lebih konsisten.

UCAPAN TERIMA KASIH

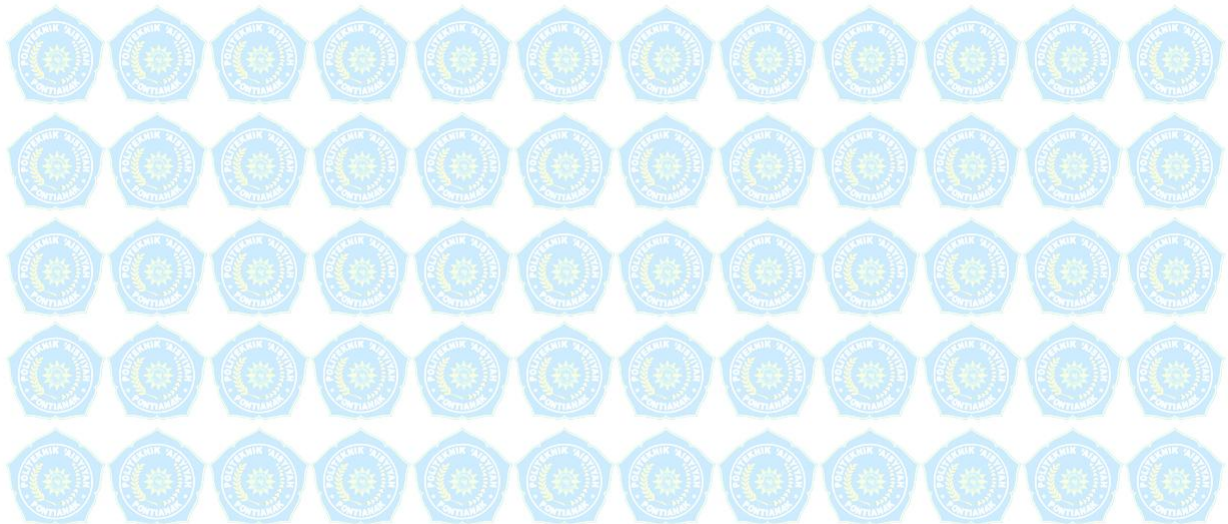
Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik 'Aisyiyah Pontianak dan Program Studi D-III Teknologi Informasi atas dukungan fasilitas dan bimbingan yang diberikan selama penelitian ini berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Aras, S., Setyanto, A., & Makassar, U. D. (2022). *Deep Learning Untuk Klasifikasi Motif Batik Papua Menggunakan EfficientNet dan Transfer Learning*. 8(1), 11–20.
- Arciszewski, T. J., Ussery, E. J., & McMaster, M. E. (2022). *Incorporating Industrial and Climatic Covariates into Analyses of Fish Health Indicators Measured in a Stream in Canada's Oil Sands Region*.
- Bianconi, F., Fernández, A., & Smeraldi, F. (2021). *Colour and Texture Descriptors for Visual Recognition: A Historical Overview*.
- Ciaglia, F., Zuppichini, F. S., Guerrie, P., Mcquade, M., & Solawetz, J. (2022). *Roboflow 100: A Rich, Multi-Domain Object Detection Benchmark*.
- Dzulqarnain, M. F., Fadlil, A., & Riadi, I. (2025). *Performance Comparison of Learned Features from Autoencoder and Shape-Based Hu Moments for Batik Classification*. 6(4), 1729–1744.
- Hughes. (2021). Artificial Intelligence (AI): Multidisciplinary Perspectives on Emerging Challenges, Opportunities, and Agenda for Research, Practice and Policy.
- Hussain, M. (2023). *YOLO-v1 to YOLO-v8, the Rise of YOLO and Its Complementary Nature toward Digital Manufacturing and Industrial Defect Detection*.
- Ji, J., Lao, Y., & Huo, L. (2024). Convolutional neural network application for supply-demand matching in Zhuang ethnic clothing image classification. *Scientific Reports*, 1–14. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-64082-9>
- Londhe, A., & Rao, P. V. R. D. P. (2022). *Incremental Learning based Optimized Sentiment Classification using Hybrid Two-Stage LSTM-SVM Classifier*. 13(6), 611–619.
- Manap, N. A., Xuan, L. X., Singh, K. K., Akbari, A. S., & Putra, A. (2024). *Classification of Malaysian and Indonesian Batik Designs Using Deep Learning Models*. 16(4), 23–30.
- Minarno, A. E., Soesanti, I., & Nugroho, H. A. (2023). *Batik Nitik 960 Dataset for Classification, Retrieval, and Generator*. 1–10.
- Mumuni, A., & Mumuni, F. (2022). Data augmentation: A comprehensive survey of modern approaches. *Array*, 16(August), 100258. <https://doi.org/10.1016/j.array.2022.100258>
- Quan, H., Li, Y., Liu, D., & Zhou, Y. (2024). Protection of Guizhou Miao batik culture based on knowledge graph and deep learning. *Heritage Science*, 1–22. <https://doi.org/10.1186/s40494-024-01317-y>
- Rodriguez, A., Bodí, M., Cuadrado, D., & Ria, D. (2021). *Methods and measures to quantify ICU patient heterogeneity*. 117. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2021.103768>
- Safonova, A., Ghazaryan, G., Stiller, S., Main-knorn, M., Nendel, C., & Ryo, M. (2023). Ten deep learning techniques to address small data problems with remote sensing. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 125(September), 103569. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2023.103569>
- Sari, I. P., Elvitaria, L., & Sari, I. P. (2025). *Data-driven approach for batik pattern classification using convolutional neural network (CNN)*. 13(3), 323–331.
- Shafira, S., Ardyani, F., & Sari, C. A. (2024). *A Web-Based for Demak Batik Classification Using VGG16 Convolutional Neural Network*. 6(4), 1–9.
- Talaat, F. M. (2023). An improved fire detection approach based on YOLO-v8 for smart cities. *Neural Computing and Applications*, 1. <https://doi.org/10.1007/s00521-023-08809-1>
- Zeng, W. (2024). *Image data augmentation techniques based on deep learning: A survey*. 21(May), 6190–6224.
- Zhao, X., Wang, L., Zhang, Y., Han, X., & Deveci, M. (2024). A review of convolutional neural networks in computer vision. In *Artificial Intelligence Review* (Vol. 57, Issue 4). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/s10462-024-10721-6>

PERPUSTAKAAN

NPP. 6171052A2000001



POLITEKNIK 'AISYIYAH PONTIANAK