

ABSTRAK

Batik Keraton merupakan salah satu warisan budaya tak benda Indonesia yang memiliki nilai filosofis dan estetika tinggi, namun seringkali sulit untuk diidentifikasi secara akurat oleh masyarakat awam karena kemiripan visual yang tinggi antar motifnya. Keterbatasan dalam identifikasi manual yang bersifat subjektif dan inkonsisten mendorong kebutuhan akan sistem klasifikasi otomatis yang andal. Meskipun pendekatan *Deep Learning* menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN) telah menunjukkan potensi besar, performanya seringkali bergantung pada ketersediaan dataset yang sangat besar, dan arsitektur standar terkadang kesulitan menangkap nuansa spesifik dari citra none-naturalistik seperti batik. Penelitian ini mengangkat permasalahan tersebut dengan mengusulkan dan mengevaluasi sebuah metode *Hybrid Deep Learning* yang bertujuan untuk meningkatkan akurasi klasifikasi. Secara spesifik, penelitian ini bertujuan untuk mengukur secara kuantitatif apakah penggabungan fitur manual yang direkayasa, mencakup informasi warna, tekstur, dan bentuk secara signifikan memberikan kontribusi terhadap peningkatan kemampuan model *Deep Learning* dalam tugas klasifikasi motif Batik Keraton.

Metodologi penelitian ini menggunakan desain eksperimental kuantitatif dengan pendekatan komparatif. Dataset yang digunakan bersumber dari Kaggle, terdiri dari 1799 citra yang terbagi ke dalam empat kelas motif Batik Keraton. Dataset tersebut kemudian dibagi menjadi set data latih, validasi, dan uji dengan rasio 80%:10%:10%. Proses persiapan data meliputi *Preprocessing* berupa penyesuaian ukuran menjadi 224x224 piksel dan augmentasi data latih. Dua arsitektur model utama dibangun dan dibandingkan: sebuah *baseline* model yang menggunakan arsitektur ResNet-50 murni dengan pendekatan *transfer learning*, dan sebuah *Hybrid* model. Model *Hybrid* ini menggunakan basis ResNet-50 yang sama, namun diperkaya melalui teknik *feature fusion* dengan 20 fitur manual yang diekstrak secara eksplisit, meliputi fitur warna (HSV dan YCbCr), fitur tekstur (LBP dan Haralick), serta fitur bentuk (Hu Moments). Kedua model dilatih menggunakan strategi dua tahap yang mencakup pelatihan *head classifier* dan *fine-tuning*, dengan proses yang dikontrol oleh *callbacks* seperti *EarlyStopping*, *ReduceLROnPlateau*, dan *ModelCheckpoint*.

Hasil dari serangkaian eksperimen menunjukkan bahwa pendekatan *Hybrid* secara konsisten lebih unggul. *Baseline* model berhasil mencapai akurasi akhir sebesar 92.12%, sementara *Hybrid* model dengan set fitur manual terlengkap berhasil mencapai akurasi puncak sebesar 95.51% pada data *test*. Hasil uji statistik ANOVA dan Post-Hoc mengkonfirmasi bahwa peningkatan performa yang diperoleh dari penambahan fitur manual pada setiap skenario adalah signifikan secara statistik ($p < 0.05$). Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa penambahan fitur bentuk (Hu Moments) memberikan kontribusi peningkatan akurasi yang paling besar. Penelitian ini berhasil membuktikan bahwa metode *Hybrid feature fusion* merupakan strategi yang efektif dan *robust* untuk meningkatkan akurasi klasifikasi motif batik yang kompleks. Secara praktis, model yang dikembangkan menunjukkan potensi untuk diterapkan sebagai alat bantu dalam sistem dokumentasi dan edukasi digital mengenai warisan budaya batik.

Kata Kunci: Klasifikasi Batik, *Hybrid Deep Learning*, *Feature Fusion*, ResNet-50, Ekstraksi Fitur

ABSTRACT

Keraton Batik is one of Indonesia's intangible cultural heritages with high philosophical and aesthetic value, yet it is often difficult for the general public to accurately identify due to the high visual similarities between its motifs. The limitations of subjective and inconsistent manual identification drive the need for a reliable automated classification system. While Deep Learning approaches using Convolutional Neural Networks (CNNs) have shown great potential, their performance often depends on the availability of very large datasets, and standard architectures sometimes struggle to capture the specific nuances of non-naturalistic images such as batik. This research addresses these issues by proposing and launching a Hybrid Deep Learning method aimed at improving classification accuracy. Specifically, this study aims to quantitatively measure whether the incorporation of manually engineered features, including color, texture, and shape information, significantly improves the performance of Deep Learning models in the task of classifying Keraton Batik motifs.

This research methodology uses a quantitative experimental design with a comparative approach. The dataset used is sourced from Kaggle and consists of 1,799 images divided into four classes of Keraton Batik motifs. The dataset was then divided into Training, validation, and test datasets with a 80%:10%:10% ratio. The data preparation process included Preprocessing, which involved resizing to 224x224 pixels and augmenting the Training data. Two main model architectures were built and compared: a baseline model using a pure ResNet-50 architecture with a transfer learning approach, and a Hybrid model. This Hybrid model used the same ResNet-50 architecture but was enhanced through feature fusion techniques with 20 explicitly extracted manual features, including color features (HSV and YCbCr), texture features (LBP and Haralick), and shape features (Hu Moments). The second model was drilled using a two-stage strategy involving head classifier Training and fine-tuning, with the process controlled by callbacks such as EarlyStopping, ReduceLROnPlateau, and ModelCheckpoint.

Results from a series of experiments demonstrated that the Hybrid approach consistently outperformed. The baseline model achieved a final accuracy of 92.12%, while the Hybrid model with the most comprehensive manual feature set achieved a peak accuracy of 95.51% on the test data. ANOVA and Post-Hoc statistical tests confirmed that the performance improvement obtained from adding manual features in each scenario was statistically significant ($p < 0.05$). Further analysis showed that the addition of shape features (Hu Moments) contributed the greatest increase in accuracy. This study successfully demonstrated that the Hybrid feature fusion method is an effective and robust strategy for improving the classification accuracy of complex batik motifs. Practically, the developed model shows potential for application as a tool in digital documentation and education systems regarding batik cultural heritage.

Keywords: Batik Classification, Hybrid Deep Learning, Feature Fusion, ResNet-50, Feature Extraction