UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Algoritma LGE-CLAHE Untuk Peningkatan Kualitas Citra Pada Pengenalan Pola Motif Utama Tenun Ikat Sikka
Imelda Dua Reja, Dr. Nur Rokhman, S.Si., M.Kom.; Dr. Agus Sihabuddin, S.Si., M.Kom.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

ALGORITMA LGE-CLAHE UNTUK PENINGKATAN KUALITAS CITRA PADA PENGENALAN POLA MOTIF UTAMA TENUN IKAT SIKKA

Oleh:
Imelda Dua Reja
(22/501862/SPA/00872)

Tenun ikat Sikka merupakan warisan budaya masyarakat Nusa Tenggara Timur yang memiliki makna sosial, filosofi, dan identitas budaya yang mendalam. Upaya pelestarian melalui digitalisasi menghadapi tantangan teknis serius, yaitu kualitas citra yang tidak konsisten akibat kondisi pencahayaan di lapangan yang tidak terkontrol. Motif tenun ikat Sikka memiliki karakteristik tekstur berfrekuensi tinggi, pola berulang geometris, dan kombinasi warna kontras yang sangat sensitif terhadap variasi pencahayaan, sehingga menyulitkan sistem pengenalan pola berbasis kecerdasan buatan. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa metode *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE) efektif meningkatkan kontras lokal, namun rentan menghasilkan *over-enhancement* dan distorsi intensitas pada citra bertekstur kompleks, serta belum mampu memulihkan area gelap secara optimal. Di sisi lain, filter Log-Gabor unggul dalam menonjolkan detail tekstur berfrekuensi tinggi, namun tidak mampu mengontrol distribusi intensitas secara global maupun meningkatkan kontras secara langsung. Belum ada penelitian yang mengintegrasikan kedua pendekatan ini secara adaptif dan memvalidasi dampaknya secara langsung terhadap kinerja klasifikasi CNN pada citra motif tenun ikat.

Penelitian ini mengusulkan metode Log-Gabor Enhanced CLAHE (LGE-CLAHE) sebagai pendekatan fusi adaptif antara filter Log-Gabor dan CLAHE untuk meningkatkan kualitas citra motif tenun ikat Sikka yang diperoleh dalam kondisi pencahayaan yang tidak terkontrol. Kontribusi kedua metode diatur secara adaptif melalui peta bobot piksel berbasis karakteristik luminansi lokal, sehingga penguatan tekstur dan kontras disesuaikan dengan kebutuhan pada setiap wilayah citra. Dampak metode ini selanjutnya dievaluasi terhadap kinerja klasifikasi pada 4 arsitektur CNN (ResNet50, EfficientNetV2B0, DenseNet201, MobileNetV2) pada dataset 4.320 citra dari 24 kelas motif utama.

Hasil eksperimen menunjukkan bahwa LGE-CLAHE secara rata-rata mengungguli metode Log-Gabor, CLAHE, dan citra asli tanpa praproses pada seluruh metrik evaluasi. LGE-CLAHE menghasilkan nilai PSNR tertinggi (24,963 $\pm$ 2,2 dB), SSIM tertinggi (0,9595 $\pm$ 0,017), dan MAE terendah (0,0468 $\pm$ 0,013). Keunggulan pada ketiga metrik ini terbukti signifikan secara statistik (uji t berpasangan dan Wilcoxon signed-rank, $n=4.320$, $p<0,001$ dibandingkan seluruh metode pembanding). Pada evaluasi klasifikasi, LGE-CLAHE terbukti mampu menjaga akurasi dan konsistensi dalam mengklasifikasikan motif utama tenun ikat Sikka, dengan rata-rata *test accuracy* tertinggi sebesar 99,46% dari keempat *backbone* CNN, mengungguli Log-Gabor (99,11%), CLAHE (99,11%), dan Citra

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Algoritma LGE-CLAHE Untuk Peningkatan Kualitas Citra Pada Pengenalan Pola Motif Utama Tenun Ikat Sikka
Imelda Dua Reja, Dr. Nur Rokhman, S.Si., M.Kom.; Dr. Agus Sihabuddin, S.Si., M.Kom.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Asli (98,88%). Metode ini juga menjadi satu-satunya metode praproses yang secara konsisten memicu *early stopping* pada keempat arsitektur tersebut. *Test accuracy* tertinggi yang dicapai LGE-CLAHE sebesar 99,54% diperoleh pada kombinasi dengan ResNet50 maupun MobileNetV2, dengan Macro-F1 0,9954 dan hanya 3 kesalahan dari 648 sampel uji (*error rate* 0,46). Penelitian ini memberikan kontribusi berupa metode LGE-CLAHE yang efektif dan komputasional terjangkau (rata-rata 15,983 ms per citra) sebagai tahap praproses pada sistem pengenalan motif tenun ikat Sikka berbasis CNN.

Kata kunci: Peningkatan Kualitas Citra, LGE-CLAHE, CLAHE, CNN; Tenun ikat Sikka

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Algoritma LGE-CLAHE Untuk Peningkatan Kualitas Citra Pada Pengenalan Pola Motif Utama Tenun Ikat Sikka
Imelda Dua Reja, Dr. Nur Rokhman, S.Si., M.Kom.; Dr. Agus Sihabuddin, S.Si., M.Kom.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

LGE-CLAHE ALGORITHM FOR IMAGE QUALITY ENHANCEMENT ON THE RECOGNITION OF THE MAIN MOTIF PATTERN OF SIKKA IKAT WEAVING

By:
Imelda Dua Reja
(22/501862/SPA/00872)

Sikka ikat weaving is a cultural heritage of the East Nusa Tenggara community that holds deep social, philosophical, and cultural significance. Preservation efforts through digitization face significant technical challenges, primarily due to inconsistent image quality caused by uncontrolled field lighting. Sikka ikat weaving motifs are characterized by high-frequency textures, repetitive geometric patterns, and contrasting color combinations that are highly sensitive to lighting variations, making them difficult for artificial intelligence-based pattern recognition systems to process accurately. Previous studies have shown that the CLAHE (Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization) method effectively enhances local contrast but is prone to over-enhancement and intensity distortion in complex-textured images and has not been able to optimally recover dark areas. On the other hand, the Log-Gabor filter excels at highlighting high-frequency texture details but cannot control the global intensity distribution or directly enhance contrast. No existing study has yet to integrate both approaches adaptively and to validate their direct impact on CNN classification performance for ikat weaving motif images.

This study proposes the Log-Gabor Enhanced CLAHE (LGE-CLAHE) method as an adaptive fusion approach that combines Log-Gabor and CLAHE filters to improve the image quality of Sikka ikat weaving motifs captured under uncontrolled lighting conditions. The contributions of both methods are adaptively adjusted via pixel weight maps based on local luminance characteristics, so that texture and contrast reinforcement are tailored to the needs of each image region. The impact of this method was further evaluated by assessing the classification performance of 4 CNN architectures (ResNet50, EfficientNetV2B0, DenseNet201, MobileNetV2) on a dataset of 4320 images across 24 main motif classes.

The experimental results showed that LGE-CLAHE outperformed the original Log-Gabor, CLAHE, and Citra methods on average across all evaluation metrics without preprocessing. LGE-CLAHE produced the highest PSNR values (24.963 ± 2.2 dB), the highest SSIM (0.9595 ± 0.017), and the lowest MAE (0.0468 ± 0.013). The superiority in these three metrics was statistically significant (paired t-test and Wilcoxon signed-rank tests, $n=4.320$, $p<0.001$ across all comparison methods). In the classification evaluation, LGE-CLAHE was proven to be able to maintain accuracy and consistency in classifying the main motifs of Sikka ikat weaving, with the highest average *test accuracy* of 99.46% of the four CNN *backbones*, outperforming Log-Gabor (99.11%), CLAHE (99.11%), and Citra Asli (98.88%). This method is also the only preprocessing method that consistently triggers *early stopping* in the four architectures. The highest *test accuracy* achieved

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Algoritma LGE-CLAHE Untuk Peningkatan Kualitas Citra Pada Pengenalan Pola Motif Utama Tenun Ikat Sikka
Imelda Dua Reja, Dr. Nur Rokhman, S.Si., M.Kom.; Dr. Agus Sihabuddin, S.Si., M.Kom.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

by LGE-CLAHE, 99.54%, was obtained in combination with ResNet50 and MobileNetV2, with a Macro-F1 of 0.9954 and only 3 errors across 648 test samples (*error rate* 0.46). This study presents an effective and affordable computational LGE-CLAHE method (average processing time of 15.983 ms per image) as a preprocessing stage in the CNN-based Sikka ikat weaving motif recognition system.

Keywords: Image Quality Enhancement, LGE-CLAHE, CLAHE, CNN, Sikka Ikat Weaving