

ABSTRAK

Kualitas citra digital sering menurun akibat pencahayaan rendah, sehingga detail penting menjadi kurang terlihat. Masalah ini umum terjadi pada pengawasan keamanan, citra medis, dan pemantauan lalu lintas. Untuk mengatasinya, dibutuhkan metode peningkatan kontras yang efektif tanpa merusak struktur citra.

Penelitian ini membandingkan tiga metode peningkatan kontras: Histogram Equalization (HE), Adaptive Histogram Equalization (AHE), dan Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE). Dataset terdiri dari 110 citra jalanan dalam berbagai kondisi pencahayaan yang dikonversi ke grayscale. Proses peningkatan dilakukan menggunakan grid size 8×8 , 16×16 , dan 32×32 untuk AHE dan CLAHE. Evaluasi kinerja dilakukan dengan MSE, PSNR, dan waktu eksekusi, dan divisualisasikan dalam GUI MATLAB.

Hasil menunjukkan bahwa CLAHE menghasilkan kualitas terbaik dengan rata-rata PSNR tertinggi (17,09 dB), MSE terendah (930,33), dan waktu proses yang efisien (rata-rata 9,96 detik). HE memiliki waktu eksekusi tercepat (0,34 detik) namun hasilnya kurang stabil. AHE mampu meningkatkan kontras namun membutuhkan waktu yang lebih lama (rata-rata 38,86 detik). CLAHE terbukti paling optimal dalam meningkatkan kualitas citra jalan pada kondisi pencahayaan ekstrem. citra digital sering kali menurun akibat kondisi pencahayaan rendah, sehingga detail penting dalam citra menjadi kurang terlihat. Masalah ini umum terjadi dalam berbagai bidang seperti pengawasan keamanan, pengolahan citra medis, serta pemantauan lalu lintas. Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan

metode peningkatan kualitas citra yang mampu meningkatkan kontras secara efektif tanpa merusak struktur atau tekstur asli citra.

Kata Kunci: Pengolahan Citra, *Histogram Equalization*, *Adaptive Histogramm Equalization*, *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization*, PSNR



ABSTRACT

The quality of digital images often degrades under low lighting conditions, making important details less visible. This issue commonly occurs in areas such as surveillance, medical imaging, and traffic monitoring. To address this, effective contrast enhancement methods are needed that improve image visibility without distorting its structure.

This study compares three contrast enhancement techniques: Histogram Equalization (HE), Adaptive Histogram Equalization (AHE), and Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE). The dataset consists of 110 grayscale road images captured under various lighting conditions (morning, afternoon, night, rainy, and sunny). The enhancement process for AHE and CLAHE uses grid sizes of 8×8 , 16×16 , and 32×32 . Performance evaluation is conducted using Mean Squared Error (MSE), Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR), and execution time, visualized through a MATLAB-based GUI.

The results show that CLAHE delivers the best performance, achieving the highest average PSNR (17.09 dB), the lowest average MSE (930.33), and efficient processing time (average 9.96 seconds). HE has the fastest execution time (0.34 seconds) but produces less stable contrast. AHE improves contrast better than HE but requires significantly more time (average 38.86 seconds). Overall, CLAHE is concluded to be the most optimal method for enhancing road image quality under extreme lighting conditions.

Keywords: Image Processing, Histogram Equalization, Adaptive Histogram Equalization, Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization, PSNR