

Meningkatkan Pewarnaan Film Negatif melalui Modifikasi Arsitektur CycleGAN Sistematis: Analisis Komprehensif Kinerja Generator dan Diskriminator

Khauilyca Arva Artemysia¹, Arief Suryadi Satyawan², Mokhammad Mirza Etnisa Haqiqi³, dan Helfy Susilawati⁴

¹⁴Fakultas Teknik, Universitas Garut

²Pusat Riset Telekomunikasi BRIN²

³Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

e- mail : khauilyca@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini membahas kebutuhan mendesak untuk teknologi pewarnaan film negatif berbasis pembelajaran mendalam melalui modifikasi sistematis pada arsitektur CycleGAN. Tidak seperti pendekatan konvensional yang berfokus pada pewarnaan gambar hitam-putih, studi ini menargetkan konversi gambar film negatif digital, yang menghadirkan tantangan unik seperti inversi warna dan pemulihan detail. Set data terdiri dari 500 gambar negatif (train A), 500 gambar warna tidak berpasangan (train B), serta 5 gambar negatif dan 5 gambar warna untuk tujuan pengujian. Seluruh set data diperoleh dari upaya pemindaian pribadi. 5 modifikasi arsitektur diusulkan dan diuji secara individual, tanpa menerapkan semua perubahan secara bersamaan. Fokus utama adalah mengembangkan struktur jaringan, tanpa menggunakan metrik evaluasi eksternal seperti SSIM, PSNR, atau FID. Modifikasi termasuk penambahan blok residual, perubahan kuantitas filter, fungsi aktivasi, dan koneksi antar-lapisan. Evaluasi dilakukan secara kualitatif dan berdasarkan nilai kerugian generator dan diskriminator. Modifikasi yang paling optimal (Modifikasi 4) menunjukkan pengurangan kerugian yang signifikan (G: 2,39–4,07, F: 2,82–3,66; D_X: 0,36–0,93, D_Y: 0,15–1,39), menghasilkan citra warna yang lebih akurat dan estetis dibandingkan dengan arsitektur dasar. Struktur kerugian konsistensi siklus fundamental dipertahankan untuk memastikan kemampuan pelatihan yang tidak berpasangan tetap utuh. Penelitian ini menunjukkan bahwa modifikasi arsitektur yang cermat dapat meningkatkan hasil pewarnaan negatif secara signifikan, sekaligus menciptakan peluang untuk pengembangan teknologi restorasi citra digital berbasis pembelajaran mendalam di masa mendatang.

Kata Kunci: Pewarnaan film negative, CycleGAN, Modifikasi arsitektur, Pemrosesan gambar, Jaringan adversarial generatif.

Abstract

This research addresses the urgent need for deep learning-based negative film colorization technology through systematic modifications to the CycleGAN architecture. Unlike conventional approaches that focus on colorizing black-and-white images, this study targets the conversion of digitized negative film images, which present unique challenges such as color inversion and detail restoration. The dataset consists of 500 negative images (train A), 500 unpaired color images (train B), as well as 5 negative images and 5 color images for testing purposes. The entire dataset was obtained from personal scanning efforts. 19 architectural modifications were proposed and tested individually, without simultaneously implementing all changes. The primary focus was on developing network structures, without utilizing external evaluation metrics such as SSIM, PSNR, or FID. Modifications included the addition of residual blocks, alterations in filter quantities, activation functions, and inter-layer connections. The Evaluation was conducted qualitatively and based on generator and discriminator loss values. The most optimal modification (Modification 4) demonstrated significant loss reduction (G: 2.39–4.07, F: 2.82–3.66; D_X: 0.36–0.93, D_Y: 0.15–1.39), yielding more accurate and aesthetically pleasing color images compared to the baseline architecture. The fundamental cycle consistency loss structure was maintained to ensure the unpaired training capability remained intact. This research demonstrates that careful architectural modifications can significantly enhance negative colorization results, while simultaneously creating opportunities for the future development of deep learning-based digital image restoration technologies.

Keyword: Negative film colorization, CycleGAN, Architectural modifications, Image processing, Generative adversarial networks.