

ABSTRAK

ARIKAL KHAIRAT. Implementasi Sistem Watermarking Tak Terlihat pada Bahan Ajar Digital Menggunakan Kombinasi QR Code dan Steganografi Citra (Metode LSB) (Dibimbing oleh Titin Wahyuni dan Muhyiddin AM Hayat).

Penelitian ini bertujuan melindungi hak cipta bahan ajar digital dengan mengimplementasikan sistem watermarking tak terlihat. Metode yang digunakan adalah kombinasi QR Code sebagai pembawa informasi dan teknik steganografi Least Significant Bit (LSB) sebagai media penyisipan, yang dikembangkan dalam bentuk aplikasi berbasis web.

Proses sistem terdiri dari tahap penyisipan (embedding) dan ekstraksi (extracting). Pada tahap embedding, QR Code berisi identitas disisipkan ke dalam citra dokumen digital, sementara pada tahap extracting dilakukan pemulihan QR Code untuk validasi. Pengujian sistem dilakukan dengan perhitungan PSNR, MSE, serta uji keberhasilan ekstraksi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa watermark tidak menimbulkan perbedaan visual signifikan, dengan nilai PSNR 55,4–67,1 dB dan MSE 0,02–0,19. Proses ekstraksi berhasil 100% dengan QR Code yang dapat dipindai secara akurat. Kesimpulannya, kombinasi QR Code dan LSB efektif digunakan sebagai solusi perlindungan hak cipta bahan ajar digital.

Kata Kunci: watermarking tak terlihat, QR Code, steganografi, LSB, bahan ajar digital

ABSTRACT

ARIKAL KHAIRAT. Implementation of Invisible Watermarking System on Digital Learning Materials Using a Combination of QR Code and Image Steganography (LSB Method) (Supervised by Titin Wahyuni and Muhyiddin AM Hayat).

This study aims to protect the copyright of digital learning materials by implementing an invisible watermarking system. The method combines QR Code as the information carrier and the Least Significant Bit (LSB) steganography technique as the embedding process, developed in a web-based application.

The system consists of two main stages: embedding and extracting. In the embedding stage, a QR Code containing identity information is inserted into images within digital documents, while in the extracting stage the QR Code is recovered for validation. System performance was tested using PSNR, MSE, and extraction success rate.

The results show that the watermark caused no significant visual differences, with PSNR values ranging from 55.4 to 67.1 dB and MSE values between 0.02 and 0.19. The extraction process achieved 100% success, with all QR Codes accurately scanned. In conclusion, the combination of QR Code and LSB is effective as a solution for copyright protection of digital learning materials.

Keywords: invisible watermarking, QR Code, steganography, LSB, digital learning materials