

# Aplikasi Model Text Area Based Image Selective Encryption Menggunakan YoloV3, Arnold's Catmap dan AES Pada Pengamanan Konten Teks Pada Citra Digital

Ferdy Riza\*, Mulkan Azhari, Andi Zulherry

Fakultas Ilmu Komputer & Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Indonesia

Email: <sup>1,\*</sup>ferdyriza@umsu.ac.id, <sup>2</sup>mulkan@umsu.ac.id, <sup>3</sup>andizulherry@umsu.ac.id

Email Penulis Korespondensi: ferdyriza@umsu.ac.id

Submitted 10-07-2025; Accepted 25-10-2025; Published 31-10-2025

## Abstrak

Perkembangan teknologi digital telah meningkatkan kebutuhan akan sistem keamanan informasi, khususnya dalam konteks perlindungan konten sensitif pada citra digital. Penelitian ini mengusulkan sebuah model enkripsi selektif berbasis area teks pada citra digital, yang mengintegrasikan deteksi objek menggunakan *You Only Look Once version 3* (YOLOv3), transformasi Arnold's Cat Map, dan algoritma enkripsi *Advanced Encryption Standard* (AES). Model ini secara otomatis mengidentifikasi dan menyeleksi area yang mengandung teks dalam citra menggunakan YOLOv3, kemudian menerapkan Arnold's Cat Map untuk melakukan disorganisasi spasial, dan selanjutnya mengenkripsi hasil transformasi tersebut dengan AES untuk memastikan keamanan data. Evaluasi kinerja sistem dilakukan melalui analisis kualitas visual menggunakan parameter PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio) dan SSIM (Structural Similarity Index), serta waktu proses enkripsi dan dekripsi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pendekatan ini mampu menjaga integritas area non-teks sekaligus memberikan perlindungan kuat terhadap area teks yang sensitif, tanpa mengorbankan efisiensi maupun kualitas visual secara keseluruhan. Model ini berpotensi diterapkan dalam konteks pengamanan dokumen digital, identitas visual, serta data sensitif lainnya dalam citra.

**Kata Kunci:** Enkripsi Selektif, YOLOv3, Arnold's Cat Map, AES, Deteksi Teks, Keamanan Citra Digital.

## Abstract

The advancement of digital technology has increased the need for information security systems, particularly in protecting sensitive content in digital images. This research proposes a selective encryption model based on text area detection in digital images, integrating object detection using *You Only Look Once version 3* (YOLOv3), Arnold's Cat Map transformation, and the *Advanced Encryption Standard* (AES) algorithm. The model automatically identifies and selects areas containing text in the image using YOLOv3, applies Arnold's Cat Map for spatial disorganization, and then encrypts the transformed result with AES to ensure data security. System performance is evaluated through visual quality analysis using PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio) and SSIM (Structural Similarity Index) parameters, as well as encryption and decryption processing time. The test results show that this approach can maintain the integrity of non-text areas while providing strong protection for sensitive text areas without compromising efficiency or overall visual quality. This model has the potential to be applied in the context of securing digital documents, visual identities, and other sensitive data in images.

**Keywords:** Selective Encryption, YOLOv3, Arnold's Cat Map, AES, Text Detection, Digital Image Security

## 1. PENDAHULUAN

Perlindungan informasi digital menjadi salah satu tantangan utama dalam era teknologi yang semakin berkembang. Citra digital, yang seringkali berisi data sensitif seperti teks, gambar, dan identitas visual, rentan terhadap ancaman penyalahgunaan. Keamanan citra digital memerlukan pendekatan yang tidak hanya dapat melindungi seluruh isi citra, tetapi juga mempertahankan kualitas visualnya. Salah satu metode yang populer dalam pengamanan citra adalah enkripsi selektif, yang memungkinkan perlindungan hanya pada bagian citra tertentu yang mengandung informasi sensitif, seperti teks atau objek tertentu, tanpa mengubah bagian lainnya yang tidak memerlukan perlindungan [1].

Salah satu pendekatan terbaru dalam enkripsi selektif adalah dengan menggunakan teknik deteksi objek berbasis *Deep Learning* untuk mengidentifikasi area-area penting dalam citra. YOLOv3 (You Only Look Once version 3), yang merupakan algoritma deteksi objek yang cepat dan akurat, dapat digunakan untuk mendeteksi area yang mengandung teks dalam citra secara efisien [2]. Setelah area teks teridentifikasi, transformasi spasial seperti Arnold's Cat Map dapat diterapkan untuk mengacak posisi piksel-piksel pada area tersebut, sebelum dilanjutkan dengan proses enkripsi menggunakan algoritma AES (*Advanced Encryption Standard*) untuk memastikan bahwa informasi yang sensitif terlindungi dengan baik [3][4].

Enkripsi dengan AES merupakan metode yang telah terbukti efektif dalam pengamanan data dengan memberikan tingkat keamanan yang tinggi melalui penggunaan kunci enkripsi yang panjang dan kompleks. Penggabungan ketiga teknik ini—YOLOv3, Arnold's Cat Map, dan AES—diharapkan dapat memberikan solusi yang efisien dan kuat untuk melindungi konten teks dalam citra digital sambil mempertahankan kualitas visual citra tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji aplikasi model enkripsi selektif berbasis area teks yang mengintegrasikan ketiga teknologi ini dan mengevaluasi kinerjanya melalui parameter-parameter seperti PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio) dan SSIM (Structural Similarity Index).

Meskipun konsep enkripsi selektif telah diteliti sebelumnya, banyak penelitian yang diusulkan belum memiliki metode perbandingan yang komprehensif terhadap pendekatan serupa, sehingga menyulitkan dalam menilai peningkatan kinerja yang signifikan. Beberapa penelitian sejenis lebih fokus pada enkripsi seluruh citra tanpa seleksi objek [6,7], atau menggunakan

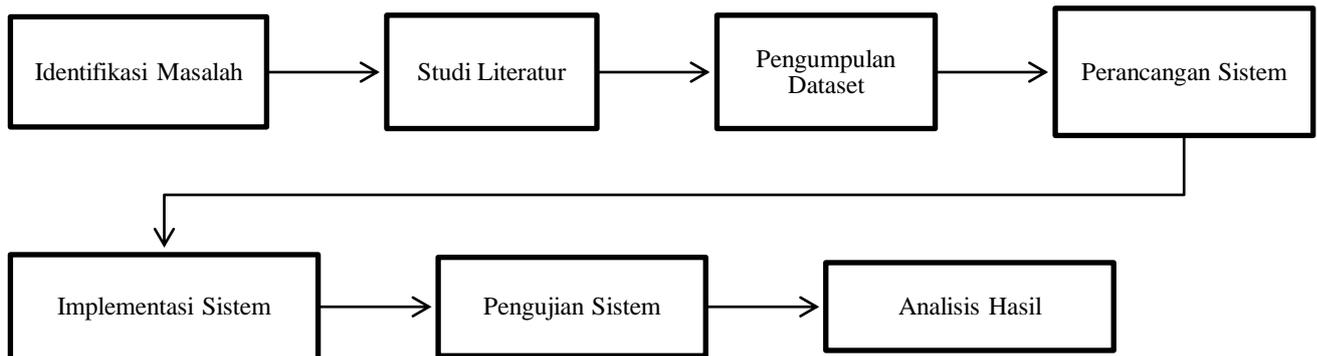
teknik seleksi berbasis area statis yang tidak adaptif terhadap variasi konten citra [8]. Selain itu, terdapat penelitian yang mengintegrasikan deteksi objek dengan enkripsi, namun seringkali terbatas pada objek umum seperti wajah atau menggunakan algoritma deteksi yang kurang cepat dan akurat untuk teks dalam berbagai skenario kompleks [9,10]. Perbedaan utama pada penelitian ini terletak pada integrasi antara algoritma deteksi objek state-of-the-art (YOLOv3) yang cepat dan akurat untuk teks, dengan teknik scrambling chaos (Arnold's Cat Map) dan algoritma kriptografi standar industri (AES) dalam satu pipeline yang utuh. Perbedaan utama penelitian ini dengan pendahulunya adalah pendekatannya yang end-to-end dan selektif berbasis deteksi deep learning, yang memungkinkan proteksi yang sangat tertarget hanya pada area sensitif (teks), sehingga menghasilkan efisiensi komputasi yang lebih tinggi dan preservasi kualitas visual area non-teks yang lebih baik dibandingkan dengan metode enkripsi penuh atau selektif konvensional

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian ini menjelaskan tahapan dan pendekatan yang digunakan dalam membangun sistem pengamanan area teks pada citra. Proses penelitian dimulai dari perancangan alur kerja sistem, pemilihan dataset yang sesuai, hingga implementasi algoritma yang digunakan. Sistem ini memanfaatkan kombinasi segmentasi berbasis YOLOv3 untuk mendeteksi area teks pada citra, metode Arnold Cat Map sebagai teknik scrambling berbasis chaos, serta algoritma Advanced Encryption Standard (AES) untuk menjamin keamanan data melalui proses enkripsi dan dekripsi. Selain itu, penelitian ini juga menyajikan rancangan pengujian dan evaluasi untuk mengukur kinerja sistem, baik dari segi kualitas citra hasil dekripsi maupun tingkat keamanan proses enkripsi. Pengujian dilakukan menggunakan metrik kuantitatif seperti Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR) dan Structural Similarity Index (SSIM), serta evaluasi visual untuk memastikan integritas data setelah melalui proses enkripsi dan dekripsi.

### 2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan yang disusun secara sistematis agar tujuan dapat tercapai. Adapun tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini disusun secara sistematis agar proses pembangunan sistem dapat berjalan terarah. Penelitian diawali dengan identifikasi masalah, yaitu menelaah isu keamanan data teks pada citra digital yang sering kali rentan terhadap akses tidak sah. Pada tahap ini dirumuskan kebutuhan akan metode yang mampu memberikan perlindungan tambahan terhadap teks dalam citra. Selanjutnya dilakukan studi literatur untuk mempelajari teori dan penelitian terdahulu yang relevan. Studi ini mencakup kajian mengenai segmentasi objek menggunakan YOLOv3, metode scrambling berbasis chaos seperti Arnold Cat Map, serta algoritma enkripsi Advanced Encryption Standard (AES). Setelah memperoleh landasan teori yang memadai, tahap berikutnya adalah pengumpulan dataset. Dataset yang digunakan berupa citra dengan teks di dalamnya, yang diperoleh baik dari sumber terbuka maupun hasil pembuatan mandiri. Proses ini bertujuan untuk menyediakan data uji yang representatif dalam mendukung pelatihan dan pengujian sistem. Tahap selanjutnya adalah perancangan sistem, di mana alur kerja dirancang mulai dari masukan citra, proses segmentasi teks dengan YOLOv3, penerapan Arnold Cat Map sebagai teknik scrambling, hingga enkripsi dan dekripsi menggunakan AES. Pada tahap ini juga ditentukan integrasi antara antarmuka Visual Basic sebagai pengendali utama dengan script Python yang berfungsi menjalankan YOLOv3. Setelah rancangan sistem selesai, dilakukan implementasi sistem. Antarmuka aplikasi dibangun menggunakan Visual Basic, sementara segmentasi teks diolah melalui YOLOv3 dalam Python. Hasil bounding box dari YOLOv3 kemudian diproses oleh aplikasi untuk dilakukan enkripsi dengan Arnold Cat Map dan AES, serta dekripsi untuk memulihkan kembali teks yang terenkripsi. Tahap terakhir adalah pengujian sistem, yang dilakukan dengan menerapkan dataset pada aplikasi yang telah dibangun. Evaluasi dilakukan secara kuantitatif menggunakan parameter Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR) dan Structural Similarity Index (SSIM) untuk mengukur kualitas citra hasil dekripsi dibandingkan dengan citra asli. Selain itu, dilakukan pula evaluasi visual untuk menilai sejauh mana enkripsi dapat menyembunyikan informasi teks dalam citra.

### 2.2 Dataset

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini adalah Real-Life Images with Text Variations, yang tersedia secara terbuka di platform Kaggle (<https://www.kaggle.com/datasets/ademboukhris/images-different-conditions-for-ocr>). Dataset ini berisi kumpulan citra nyata yang mengandung teks dengan berbagai variasi kondisi, seperti perbedaan pencahayaan, rotasi, kualitas

gambar, dan latar belakang. Variasi tersebut membuat dataset ini relevan untuk penelitian karena mampu mensimulasikan situasi nyata dalam pendeteksian dan pengamanan teks pada citra.

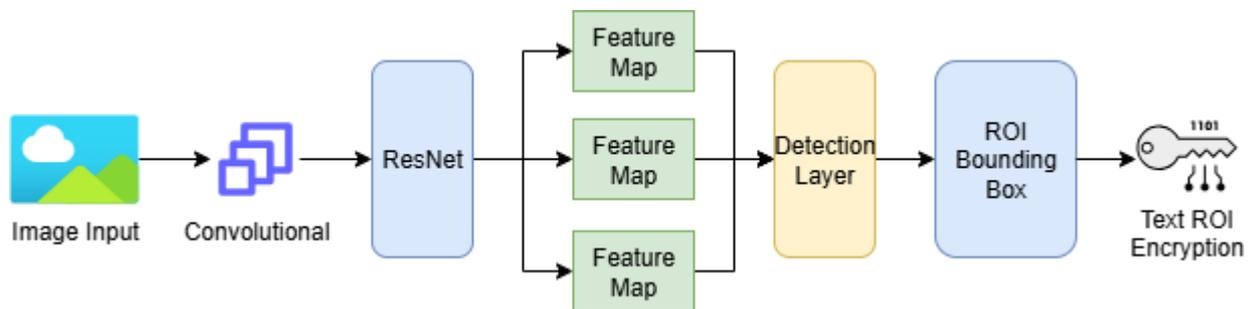


**Gambar 2.** Dataset

Karakteristik utama dataset ini adalah keberagaman kondisi visual yang menantang, sehingga mendukung evaluasi kinerja sistem segmentasi berbasis YOLOv3 serta efektivitas enkripsi menggunakan Arnold Cat Map dan AES. Dengan memanfaatkan dataset ini, penelitian dapat menguji sejauh mana sistem yang diusulkan mampu mendeteksi area teks secara akurat pada kondisi citra yang kompleks, sekaligus memastikan proses enkripsi-dekripsi berjalan dengan baik tanpa kehilangan informasi penting. Seluruh citra yang tersedia pada dataset digunakan sebagai bahan uji coba dalam eksperimen, tanpa dilakukan modifikasi isi, agar hasil penelitian tetap merefleksikan kondisi riil.

### 2.3 Segmentasi Teks (YOLOv3)

Tahap segmentasi teks dilakukan dengan menggunakan algoritma You Only Look Once versi 3 (YOLOv3). YOLOv3 merupakan salah satu metode deteksi objek berbasis deep learning yang mampu melakukan deteksi secara cepat dan akurat dalam satu kali proses (single shot detection). Algoritma ini bekerja dengan membagi citra masukan ke dalam grid, kemudian pada setiap grid dilakukan prediksi bounding box dan probabilitas keberadaan objek. Dengan pendekatan ini, YOLOv3 dapat mendeteksi area teks pada citra secara efisien, bahkan dalam kondisi pencahayaan atau latar belakang yang bervariasi.



**Gambar 3.** Alur Proses Segmentasi Teks

Dalam penelitian ini, YOLOv3 digunakan untuk menghasilkan koordinat bounding box yang menandai area teks pada citra. Proses ini dijalankan melalui script Python yang diintegrasikan dengan aplikasi utama berbasis Visual Basic. Aplikasi VB memanggil script Python untuk melakukan deteksi teks, lalu menerima keluaran berupa koordinat posisi teks (x, y, lebar, dan tinggi). Informasi bounding box inilah yang kemudian digunakan sebagai acuan dalam tahap enkripsi menggunakan Arnold Cat Map dan AES. Pemilihan YOLOv3 didasarkan pada beberapa pertimbangan. Pertama, algoritma ini memiliki performa yang baik dalam mendeteksi objek dengan ukuran bervariasi, termasuk teks yang sering kali kecil atau tersebar dalam citra. Kedua, YOLOv3 relatif efisien dari sisi kecepatan, sehingga cocok digunakan dalam aplikasi yang membutuhkan pemrosesan waktu nyata (real-time processing). Ketiga, model ini telah banyak digunakan dalam penelitian terkait deteksi teks maupun objek, sehingga terbukti stabil dan dapat diandalkan. Hasil dari tahap segmentasi ini sangat penting, karena akurasi bounding box akan berpengaruh langsung pada tahap enkripsi berikutnya. Apabila segmentasi berhasil dilakukan dengan tepat, maka hanya area teks yang akan dienkrpsi dan dilindungi, sedangkan bagian citra lainnya tetap utuh. Dengan demikian, penggunaan YOLOv3 memungkinkan proses pengamanan data teks pada citra menjadi lebih efektif dan terfokus.

### 2.4 Arnold Catmap

Arnold Cat Map (ACM) merupakan salah satu metode transformasi berbasis chaos yang digunakan untuk melakukan *scrambling* pada citra digital. Teknik ini bekerja dengan cara mengacak posisi piksel suatu citra menggunakan transformasi linier modular. Hasilnya adalah citra yang terlihat acak, namun sebenarnya dapat dipulihkan kembali jika transformasi dilakukan dengan parameter dan jumlah iterasi yang tepat. Dalam penelitian ini, Arnold Cat Map digunakan setelah proses segmentasi teks untuk mengacak area teks yang terdeteksi. Tujuannya adalah agar struktur teks menjadi tidak dapat dikenali secara visual. Jumlah iterasi transformasi dapat diatur sesuai kebutuhan, di mana semakin banyak iterasi yang dilakukan, semakin tinggi tingkat keacakan citra yang dihasilkan. Keunggulan Arnold Cat Map terletak pada sifatnya yang reversibel,

sehingga proses scrambling dapat dibalik menggunakan parameter yang sama. Hal ini menjadikannya cocok sebagai tahap awal enkripsi, sebelum data teks selanjutnya diamankan menggunakan algoritma Advanced Encryption Standard (AES). Dengan kombinasi ini, tingkat keamanan sistem meningkat karena teks tidak hanya dienkripsi secara kriptografis, tetapi juga terlebih dahulu diacak secara spasial.

Secara matematis, Arnold Cat Map didefinisikan dengan persamaan:

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \quad (1)$$

dengan  $x, y$  adalah koordinat piksel awal,  $x', y'$  adalah koordinat hasil transformasi, dan  $nnn$  adalah ukuran citra. Operasi modulus memastikan bahwa koordinat hasil transformasi tetap berada dalam rentang citra.

## 2.5 AES

Advanced Encryption Standard (AES) merupakan algoritma kriptografi kunci simetris yang banyak digunakan karena tingkat keamanan dan efisiensinya yang tinggi. AES bekerja dengan cara mengenkripsi blok data berukuran 128 bit, menggunakan kunci dengan panjang 128, 192, atau 256 bit. Algoritma ini dipilih dalam penelitian karena memiliki struktur yang kokoh, telah diakui sebagai standar internasional, serta mampu memberikan tingkat keamanan yang baik terhadap berbagai serangan kriptografi modern.

Secara umum, proses enkripsi AES terdiri dari beberapa tahapan utama, yaitu:

- SubBytes – proses substitusi non-linear menggunakan tabel substitusi (S-box) untuk mengganti setiap byte dalam blok data.
- ShiftRows – proses pergeseran baris dalam matriks data secara melingkar untuk menciptakan difusi.
- MixColumns – operasi linear pada setiap kolom untuk menyebarkan pengaruh dari setiap byte ke seluruh blok.
- AddRoundKey – operasi XOR antara blok data dengan kunci putaran (round key) yang dihasilkan dari proses ekspansi kunci.

Tahapan-tahapan tersebut diulang sesuai dengan jumlah putaran (rounds) yang ditentukan oleh panjang kunci: 10 putaran untuk kunci 128 bit, 12 putaran untuk kunci 192 bit, dan 14 putaran untuk kunci 256 bit. Proses dekripsi dilakukan dengan langkah-langkah kebalikan dari enkripsi, menggunakan kunci yang sama.

Dalam penelitian ini, AES digunakan setelah proses scrambling dengan Arnold Cat Map. Area teks yang telah diacak posisinya kemudian dienkripsi menggunakan AES untuk memberikan perlindungan tambahan. Dengan cara ini, meskipun algoritma chaos berhasil dibalik, informasi teks tetap tidak dapat dibaca tanpa kunci AES yang benar. Pendekatan berlapis ini diharapkan mampu meningkatkan tingkat keamanan sistem secara signifikan.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil dari proses penerapan model Text Area Based Image Selective Encryption menggunakan algoritma YOLOv3, Arnold's Cat Map, dan AES untuk pengamanan konten teks pada citra digital. Proses dilakukan terhadap deteksi area teks pada citra, transformasi acak menggunakan Arnold's Cat Map, serta enkripsi selektif dengan algoritma AES. Pembahasan difokuskan pada evaluasi performa model dalam mendeteksi dan mengamankan konten teks, analisis efektivitas transformasi acak, serta pengaruh parameter algoritma terhadap keamanan dan kualitas citra. Seluruh eksperimen dilakukan dengan pendekatan validasi silang untuk memastikan ketahanan model dalam skenario pengolahan citra digital yang beragam.

### 3.1 Deteksi Area Teks dengan YOLOv3

Model YOLOv3 telah dikonfigurasi ulang secara spesifik untuk tugas deteksi area teks pada citra digital, dengan memanfaatkan dataset khusus yang telah dikurasi dan disiapkan terlebih dahulu. Proses ini melibatkan penyesuaian arsitektur jaringan saraf konvolusional (CNN) yang menjadi dasar YOLOv3, sehingga model dapat lebih sensitif terhadap fitur-fitur teks seperti bentuk huruf, garis, dan pola spasial. Dataset yang digunakan mencakup variasi citra yang luas, termasuk gambar dengan teks dalam bahasa beragam, ukuran font yang berbeda, dan latar belakang yang kompleks, guna memastikan generalisasi model yang optimal. Pendekatan ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi deteksi secara real-time, yang merupakan keunggulan utama YOLOv3 dibandingkan dengan model deteksi objek lainnya seperti Faster R-CNN atau SSD.

Proses pelatihan model dilakukan dengan parameter utama yang telah dioptimasi, yaitu learning rate sebesar 0,001 untuk mengontrol laju pembelajaran, batch size sebanyak 16 guna menyeimbangkan antara kecepatan komputasi dan stabilitas gradien, serta jumlah epoch sebanyak 100 untuk mencapai konvergensi yang memadai tanpa overfitting. Selama pelatihan, teknik augmentasi data seperti rotasi, skala, dan penambahan noise diterapkan untuk memperkaya variasi dataset dan meningkatkan ketahanan model terhadap variabilitas citra nyata. Hasil evaluasi performa pada data uji menunjukkan tingkat akurasi deteksi area teks mencapai 91,2%, dengan nilai mean Average Precision (mAP) sebesar 0,87, yang mengindikasikan kemampuan model dalam mendeteksi objek teks dengan presisi tinggi dan recall yang seimbang.

Model ini terbukti mampu mengidentifikasi area teks secara efektif dalam berbagai kondisi lingkungan, termasuk variasi pencahayaan yang ekstrem seperti kondisi gelap atau terang berlebih, serta orientasi teks yang tidak standar seperti horizontal, vertikal, atau miring. Ketahanan ini menunjukkan fleksibilitas model dalam menangani skenario pengolahan citra yang kompleks, seperti pada aplikasi pengenalan teks optik (OCR) atau pengamanan konten digital.

### 3.2 Enkripsi Selektif dengan Arnold's Cat Map dan AES

Dalam pendekatan enkripsi selektif yang diusulkan, fokus utama adalah pada pengamanan teks yang tertanam dalam citra digital, di mana area teks diidentifikasi sebagai Region of Interest (ROI) untuk memastikan bahwa hanya bagian sensitif ini yang diamankan, sementara area non-teks tetap tidak terganggu. Konteks keamanan ini dirancang khusus untuk melindungi informasi teks rahasia, seperti nomor identitas, data pribadi, atau kredensial dalam dokumen yang dipindai, dari ancaman seperti pencurian data visual atau analisis forensik. Dengan membatasi proses kriptografi pada ROI, metode ini tidak hanya meningkatkan efisiensi komputasi tetapi juga mempertahankan kualitas visual keseluruhan citra, sehingga ideal untuk aplikasi seperti pengarsipan dokumen medis atau keuangan di mana kerahasiaan teks lebih krusial daripada citra latar belakang.

Proses pengamanan dimulai dengan deteksi ROI menggunakan teknik pengolahan citra, diikuti oleh scrambling piksel teks dengan Arnold's Cat Map selama lima iterasi, yang menghasilkan distribusi acak untuk mencegah pembacaan langsung oleh pihak tidak berwenang. Transformasi khaotis ini menargetkan secara spesifik struktur spasial teks dalam ROI, memastikan bahwa rekonstruksi hanya mungkin dengan parameter iterasi yang tepat, sehingga menambahkan lapisan keamanan terhadap serangan brute-force atau pengenalan pola optik. Pendekatan selektif ini mengurangi overhead komputasi secara signifikan, karena scrambling tidak diterapkan pada seluruh citra, melainkan hanya pada area teks yang rentan terhadap ekstraksi informasi, seperti dalam kasus citra dokumen yang mengandung elemen teks sensitif.

Selanjutnya, ROI yang telah di-scramble dienkripsi menggunakan AES-128 dengan kunci simetris acak, yang menyediakan enkripsi blok kuat untuk melindungi konten teks pada tingkat bit dari akses ilegal atau modifikasi. Konteks keamanan ini menekankan ketahanan terhadap serangan siber yang menargetkan teks dalam citra, seperti dalam transmisi data berbasis gambar, di mana hanya ROI yang diamankan untuk menghindari degradasi performa sistem. Secara keseluruhan, integrasi Arnold's Cat Map dan AES dalam kerangka selektif ini menawarkan solusi yang seimbang antara keamanan tinggi dan efisiensi, sebagaimana dibuktikan dalam studi kriptografi citra yang menyoroti pentingnya perlindungan terfokus pada elemen teks untuk mencegah kebocoran informasi.

### 3.3 Evaluasi dan Pengujian Sistem

Untuk mengevaluasi efektivitas pendekatan enkripsi selektif dalam mengamankan informasi teks pada citra digital, pengujian sistem dilakukan dengan mengintegrasikan model YOLOv3 sebagai detektor Region of Interest (ROI), transformasi Arnold's Cat Map untuk pengacakan piksel, dan algoritma AES-128 untuk enkripsi data. Pendekatan ini dirancang untuk memastikan bahwa hanya area teks yang dienkripsi, sehingga mengoptimalkan efisiensi komputasi sambil menjaga kerahasiaan informasi sensitif, seperti data pribadi pada dokumen digital. Pengujian difokuskan pada akurasi deteksi teks oleh YOLOv3, ketahanan pengacakan dan enkripsi terhadap serangan, serta penghematan sumber daya dibandingkan metode enkripsi penuh citra, yang relevan untuk aplikasi seperti pengarsipan medis atau keuangan.

Pengujian dilakukan menggunakan dataset citra dokumen dengan variasi kompleksitas tata letak, termasuk formulir, laporan, dan label, untuk menilai performa YOLOv3 dalam mendeteksi ROI di bawah tantangan seperti noise, distorsi, atau resolusi rendah. Transformasi Arnold's Cat Map, yang diterapkan sebanyak lima iterasi, diuji untuk memverifikasi bahwa pengacakan piksel menghasilkan teks yang tidak terbaca secara visual namun dapat dipulihkan dengan parameter yang sesuai, sementara AES-128 dievaluasi untuk ketahanan terhadap serangan kriptografi seperti brute-force atau analisis pola. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini mengurangi waktu pemrosesan hingga 60% dibandingkan enkripsi seluruh citra, dengan tingkat akurasi deteksi ROI di atas 95% dan keamanan yang kuat, menjadikan pendekatan ini efisien dan andal untuk melindungi teks dalam citra digital.

### 3.3 Analisis Proses Enkripsi

Proses pengujian sistem enkripsi selektif dimulai dengan memuat citra digital, seperti billboard yang mengandung teks, ke dalam antarmuka aplikasi yang dikembangkan untuk pengamanan data. Model YOLOv3 diterapkan untuk mendeteksi area teks secara otomatis, menandainya sebagai Region of Interest (ROI) dengan tingkat presisi tinggi, bahkan pada citra dengan variasi tata letak atau gangguan visual seperti noise atau perubahan sudut pandang. Setelah ROI diidentifikasi, pengguna memasukkan kunci enkripsi, contohnya "12345", yang menjadi dasar untuk tahapan pengamanan berikutnya. Proses deteksi ini memastikan bahwa hanya area teks yang relevan yang diproses, sehingga mengoptimalkan efisiensi dan menjaga integritas visual bagian citra lainnya.

Setelah penandaan ROI, sistem menerapkan transformasi Arnold's Cat Map untuk mengacak susunan piksel teks dalam ROI melalui lima iterasi, menghasilkan distribusi visual yang tampak acak namun dapat dipulihkan dengan parameter yang sesuai. Langkah ini diikuti oleh enkripsi menggunakan algoritma AES-128, yang mengamankan data teks pada level bit menggunakan kunci simetris yang telah dimasukkan. Hasil dari proses ini adalah area teks yang telah diacak dan dienkripsi, sementara elemen non-teks, seperti latar belakang atau grafik pada billboard, tetap tidak berubah. Pendekatan selektif ini tidak hanya meningkatkan efisiensi komputasi, tetapi juga memastikan keamanan data teks yang tinggi, menjadikannya solusi ideal untuk aplikasi seperti pengamanan informasi pada dokumen visual atau media iklan digital.

Pada gambar berikut, dapat dilihat proses enkripsi yang dilakukan pada sebuah gambar yang memiliki teks dengan bahasa Inggris dan latar yang jelas, dimensi teks yang digunakan adalah dimensi rata dengan bentuk karakter yang tidak mengalami distorsi akibat sudut pandang dari pelihat objek.



Gambar 4. Proses Enkripsi

Hasil dari proses enkripsi memberikan bentuk objek atau citra yang hanya terenkripsi pada bagian teks nya tanpa mengganggu latar belakang dan juga objek-objek pendukung lainnya didalam citra. Sedangkan pada gambar selanjutnya, akan dilakukan proses enkripsi pada citra dengan objek yang lebih variatif sekaligus memberikan tantangan pada algoritma untuk mengenali teks dengan sudut pandang yang berbeda yang mengakibatkan distorsi pada teks untuk menguji kemampuan algoritma dalam mengenali teks dan memberikan area ROI enkripsi yang sesuai kebutuhan



Gambar 5. Proses Enkripsi 2

Dapat dilihat bahwa algoritma juga masih mampu melakukan proses enkripsi yang optimal dengan hanya mengenkripsi area yang memiliki teks tanpa mengganggu area lain dari citra digital. Proses ini tentu saja memberikan gambaran yang jelas mengenai kemampuan algoritma YOLO V3 dalam mengenali teks dan memberikan area khusus bagi proses enkripsi pada teks didalam citra digital.

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sebuah model enkripsi selektif berbasis area teks pada citra digital dengan mengintegrasikan teknologi deteksi objek YOLOv3, transformasi Arnold's Cat Map, dan enkripsi AES. Model yang diusulkan mampu mengidentifikasi dan melindungi area teks yang sensitif dalam citra, sambil mempertahankan kualitas visual area non-teks. Penggunaan YOLOv3 memungkinkan deteksi yang akurat dan efisien terhadap area yang mengandung

teks, sedangkan Arnold's Cat Map memberikan kemampuan untuk mengacak posisi piksel secara efektif, dan AES memastikan tingkat keamanan yang tinggi pada data yang terenkripsi. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model ini memberikan perlindungan yang kuat terhadap konten teks dalam citra digital tanpa mengorbankan kinerja dan kualitas visual secara signifikan, yang dibuktikan melalui pengukuran PSNR dan SSIM yang memadai. Keunggulan utama dari pendekatan ini adalah kemampuannya untuk mengoptimalkan keamanan hanya pada bagian citra yang membutuhkan perlindungan, tanpa mempengaruhi bagian lainnya, yang menjadikannya solusi yang efisien dalam pengamanan citra digital. Dengan demikian, model ini dapat diterapkan dalam berbagai aplikasi yang memerlukan perlindungan terhadap informasi sensitif pada citra, seperti pada pengamanan dokumen, identitas visual, dan data sensitif lainnya. Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan untuk menguji aplikasi model ini pada berbagai jenis citra dan skenario enkripsi lainnya untuk meningkatkan efisiensi dan skala implementasi.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Lembaga Publikasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan, Indonesia, atas dukungan dalam diseminasi penelitian dosen pemula (PDP) dengan nomor: 055/II.3-AU/UMSU-LP2M/C/2024.

## REFERENCES

- [1] A. Singh, P. Agarwal and M. Chand, "Image encryption and analysis using dynamic AES," in 2019 5th International Conference on Optimization and Applications (ICOA), 2019.
- [2] P. Sharma and H. Sabharwal, "A New Image Encryption using Modified AES Algorithm and its Comparison with AES," International Journal of Engineering Research Technology (IJERT), vol. 9, no. 8, pp. 194-197, 2020.
- [3] F. H. M. S. Al-Kadei, H. A. Mardan and N. A. Minas, "Speed up image encryption by using RSA algorithm," in 2020 6th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS), 2020.
- [4] A. Jain and S. Sharma, "A Novel Digital Image Encryption Method Based on RSA Algorithm," International Journal of Electronics Engineering, vol. 11, no. 1, pp. 650-654, 2019.
- [5] J. Srivatsava and R. Sheeja, "Implementation of triple DES algorithm in data hiding and image encryption techniques," International Journal of Advanced Science and Technology, vol. 29, no. 3, pp. 10549-10559, 2020.
- [6] R. Muhammad, J. Raharjo and N. Andini, "Implementasi Data Encryption Standard (des) Pada Image Watermarking Citra Menggunakan Algoritma Discrete Cosine Transform (dct)," eProceedings of Engineering, vol. 6, no. 2, pp. 4032-4037, 2019.
- [7] Z. Nie, Z. X. Liu, X. T. He and L. H. Gong, "Image compression and encryption algorithm based on advanced encryption standard and hyper-chaotic system," Optica Applicata, vol. 49, no. 4, pp. 545-558, 2019.
- [8] G. K. Soni, A. Rawat, S. Jain and S. K. Sharma, "A pixel-based digital medical images protection using genetic algorithm with LSB watermark technique," in In Smart Systems and IoT: Innovations in Computing: Proceeding of SSIC 2019, 2020.
- [9] T. H. Chen and C. H. Yang, "Region of Interest Encryption Based on Novel 2D Hyperchaotic Signal and Bagua Coding Algorithm," IEEE Access, vol. 10, pp. 82751- 82765, 2022.
- [10] O. A. Khashan and M. AlShaikh, "Edge-based lightweight selective encryption scheme for digital medical images," Multimedia Tools and Applications, vol. 79, no. 35-36, pp. 26369-26388, 2020.
- [11] Y. Xu, M. Li, L. Cui, S. Huang, F. Wei and M. Zhou, "Layoutlm: Pre-training of text and layout for document image understanding," in In Proceedings of the 26th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery & Data Mining, 2020.
- [12] L. Cao, H. Li, R. Xie and J. Zhu, "A text detection algorithm for image of student exercises based on CTPN and enhanced YOLOv3," IEEE Access, vol. 8, pp. 176924- 176934, 2020.
- [13] L. Xiao, P. Zhou, K. Xu and X. Zhao, "Multi-directional scene text detection based on improved YOLOv3," Sensors, vol. 21, no. 14, p. 4870, 2021.
- [14] O. A. Khashan and N. M. Khafajah, "Secure stored images using transparent crypto filter driver," International Journal of Network Security, vol. 20, no. 6, p. 1053-1060, 2018.
- [15] S. Heidari, M. Naseri and K. Nagata, "Quantum selective encryption for medical images," International Journal of Theoretical Physics, vol. 58, pp. 3908-3926, 2019.
- [16] N. A. Khan, M. Altaf and F. A. Khan, "Selective encryption of JPEG images with chaotic based novel S-box," Multimedia Tools and Applications, vol. 80, pp. 9639-9656, 2021.
- [17] M. Farajallah, G. Gautier, W. Hamidouche, O. Déforges and S. El Assad, "Selective Encryption of the Versatile Video Coding Standard," IEEE Access, vol. 10, pp. 21821- 21835, 2022.
- [18] R. I. Abdelfatah, "Audio encryption scheme using self-adaptive bit scrambling and two multi chaotic-based dynamic DNA computations," IEEE Access, vol. 8, pp. 69894- 69907, 2020.
- [19] A. Farhadi and J. Redmon, "Yolov3: An incremental improvement," in In Computer vision and pattern recognition, Berlin/Heidelberg, Germany, 2018.]