Jurnal Ilmu Komputer dan Sistem Informasi (JIRSI) **e-ISSN 2830-3954**
Volume: 4, Nomor: 3, September 2025: 344-355 **p-ISSN 2830-6031**
https://jurnal.unity-academy.sch.id/index.php/jirsi/index

Analisis Perbandingan Kapasitas Penyisipan Data dan Kualitas Citra Dalam Teknik Steganografi LSB dan MSB Menggunakan Peak to Signal to Noise Ratio dan Mean Squared Error

Comparative Analysis of Data Insertion Capacity and Image Quality in LSB and MSB Steganography Techniques Using Peak to Signal to Noise Ratio and Mean Squared Error

Ilham Fauzi*[1], Mufida Khairani[2]
[1,2]Teknik Informatika, Universitas Harapan Medan
E-mail: [1]tanjungf542@gmail.com, [2]mufidakhairani1219@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini membahas perbandingan antara metode Least Significant Bit (LSB) dan Most Significant Bit (MSB) dalam steganografi citra digital berdasarkan parameter kualitas citra menggunakan nilai Mean Squared Error (MSE). Metode LSB menyisipkan informasi rahasia pada bit paling tidak signifikan dari tiap piksel, sedangkan metode MSB menyisipkan informasi pada bit paling signifikan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa metode LSB menghasilkan nilai MSE yang sangat rendah, yaitu pada rentang 0,1 hingga 2, sehingga kualitas citra tetap terjaga dan perubahannya tidak terlihat secara visual. Sebaliknya, metode MSB menunjukkan nilai MSE yang tinggi, yaitu mencapai 40 hingga lebih dari 100, yang mengindikasikan terjadinya perubahan besar pada intensitas piksel dan penurunan kualitas citra yang signifikan. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa metode LSB lebih efektif dan aman digunakan untuk penyembunyian data dalam citra digital karena mampu menjaga kualitas visual citra serta sulit terdeteksi, sementara metode MSB kurang direkomendasikan karena rawan terdeteksi dan merusak kualitas citra secara visual.

Kata kunci: Steganografi, LSB, MSB, PSRN, MSE.

Abstract

This study discusses a comparison between the Least Significant Bit (LSB) and Most Significant Bit (MSB) methods in digital image steganography based on image quality parameters using the Mean Squared Error (MSE) value. The LSB method embeds secret information in the least significant bits of each pixel, while the MSB method embeds information in the most significant bits. The test results show that the LSB method produces very low MSE values, ranging from 0.1 to 2, thereby maintaining image quality with changes that are visually imperceptible. In contrast, the MSB method produces high MSE values, reaching 40 and above, indicating significant pixel intensity changes and a considerable decline in image quality. Based on these results, it can be concluded that the LSB method is more effective and secure for hiding data in digital images, as it preserves visual quality and

© 2025 The Author(s). Published by UNITY ACADEMY . This is an open access article under the CC BY-SA license (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

is difficult to detect. Meanwhile, the MSB method is less recommended due to its susceptibility to detection and noticeable degradation of image quality.

***Keywords**: Steganography, LSB, MSB, PSRN, MSE*

1. PENDAHULUAN

Steganografi adalah teknik yang digunakan untuk menyembunyikan data atau pesan rahasia di dalam media digital seperti gambar, audio, atau video, tanpa menarik perhatian pihak yang tidak berwenang. Teknik ini telah banyak diterapkan dalam berbagai bidang, terutama dalam komunikasi yang membutuhkan keamanan tinggi. Di antara berbagai teknik yang ada, penyisipan data ke dalam gambar digital menggunakan metode *Least Significant Bit* (LSB) dan Most Significant Bit (MSB) merupakan dua metode yang paling umum digunakan dalam *steganografi* citra.

Metode *Least Significant Bit* (LSB) menggantikan bit terkecil dari nilai warna dalam piksel citra untuk menyembunyikan data. Teknik ini memiliki keunggulan dalam hal kualitas citra yang dihasilkan, karena hanya mengubah sedikit informasi pada piksel, yang tidak mudah terdeteksi oleh mata manusia. Penelitian oleh [1] mengungkapkan bahwa penggunaan LSB mampu menghasilkan citra yang kualitasnya hampir tidak terdeteksi perubahan yang signifikan, berdasarkan pengujian menggunakan parameter PSNR dan MSE [1].

Namun, meskipun LSB memberikan hasil yang baik dalam menjaga kualitas citra, metode ini memiliki keterbatasan dalam hal kapasitas penyisipan data. Karena hanya mengganti bit-bit terkecil, teknik LSB hanya mampu menyembunyikan jumlah data yang terbatas. Di sisi lain, Most Significant Bit (MSB) menggantikan bit-bit terbesar dalam nilai piksel untuk menyembunyikan data. Meskipun MSB dapat menyembunyikan lebih banyak data dibandingkan LSB, teknik ini cenderung menghasilkan citra dengan kualitas yang lebih rendah. Penelitian oleh [2] menunjukkan bahwa meskipun MSB memiliki kapasitas lebih besar untuk penyisipan data, perubahan yang lebih signifikan pada citra dapat mengurangi kualitas citra yang dihasilkan, seperti yang terlihat dari penurunan nilai PSNR dan peningkatan MSE[2].

Sebagai alternatif, penelitian telah berfokus pada kombinasi teknik untuk mengoptimalkan baik kapasitas penyisipan data maupun kualitas citra. Misalnya, penelitian oleh [3] menggabungkan teknik Discrete Cosine Transform (DCT) dengan LSB untuk meningkatkan ketahanan terhadap kompresi dan modifikasi citra. Kombinasi ini menunjukkan bahwa kualitas citra dapat dipertahankan pada tingkat yang baik meskipun kapasitas data yang disisipkan lebih besar dibandingkan dengan penggunaan LSB tunggal [3].

Di sisi lain,mengeksplorasi penggunaan Modified *Least Significant Bit* (MLSB) yang dikombinasikan dengan teknik hash MD5 untuk meningkatkan keamanan *steganografi* sekaligus menjaga kualitas citra. Penelitian ini menunjukkan bahwa MLSB mampu meningkatkan keamanan tanpa

© 2025 The Author(s). Published by UNITY ACADEMY . This is an open access article under the CC BY-SA license (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

mengorbankan kualitas citra, dengan nilai PSNR yang relatif tinggi dan MSE yang rendah[4].

Melakukan studi yang membandingkan metode LSB dan MSB dalam hal ketahanan terhadap serangan pemrosesan citra seperti pemotongan dan kompresi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun MSB dapat menyembunyikan lebih banyak data, LSB lebih tahan terhadap serangan yang dapat merusak data yang disembunyikan, seperti yang dijelaskan oleh hasil pengujian PSNR dan MSE.

Pada tahun 2020, [5] mempelajari kombinasi teknik *steganografi* dengan Wavelet Transform dan LSB untuk meningkatkan keamanan dan kapasitas penyisipan data. Teknik ini menghasilkan kualitas citra yang lebih baik dengan ketahanan yang lebih tinggi terhadap serangan kompresi. Hasil eksperimen mereka menunjukkan bahwa kombinasi ini lebih efektif dalam mempertahankan kualitas citra dibandingkan dengan teknik LSB standar.

Berdasarkan berbagai penelitian tersebut, penting untuk melakukan analisis mendalam mengenai perbandingan kapasitas penyisipan data dan kualitas citra antara teknik LSB dan MSB, serta untuk mengevaluasi pengaruh masing-masing metode terhadap hasil citra menggunakan parameter *Peak Signal-to-Noise Ratio* (PSNR) dan *Mean Squared Error* (MSE). Penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai kelebihan dan kekurangan masing-masing teknik, baik dari segi kapasitas data yang dapat disembunyikan maupun kualitas citra yang dihasilkan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Terdapat beberapa metode yang dijadikan sebagai sumber tinjauan untuk membuat aplikasi ini berjalan dengan efektif.

2.1 Steganografi

Steganografi adalah teknik yang digunakan untuk menyembunyikan data atau pesan rahasia di dalam media digital seperti gambar, audio, atau video, tanpa menarik perhatian pihak yang tidak berwenang. Teknik ini telah banyak diterapkan dalam berbagai bidang, terutama dalam komunikasi yang membutuhkan keamanan tinggi. Di antara berbagai teknik yang ada, penyisipan data ke dalam gambar digital menggunakan metode *Least Significant Bit* (LSB) dan Most Significant Bit (MSB) merupakan dua metode yang paling umum digunakan dalam *steganografi* citra. *Steganografi* merupakan teknik penyembunyian pesan rahasia ke dalam media pembawa (cover media) sehingga pihak ketiga tidak menyadari keberadaan pesan tersebut. Kata *steganografi* berasal dari bahasa Yunani kuno, yakni steganos yang berarti tersembunyi dan graphein yang berarti menulis. Dalam dunia digital, berkembang menjadi teknik penyisipan data pada media digital seperti gambar, suara, atau video, yang tidak merusak tampilan atau kualitas asli media tersebut.

© 2025 The Author(s). Published by UNITY ACADEMY . This is an open access article under the CC BY-SA license (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

2.2 *Least Significant Bit* (LSB)

Least Significant Bit (LSB) merupakan salah satu metode paling populer dalam citra digital. Teknik ini bekerja dengan menyisipkan data rahasia ke dalam bit paling tidak signifikan dari piksel citra digital. Dalam representasi biner 8-bit, bit paling tidak signifikan berada di urutan paling kanan dan memiliki pengaruh terkecil terhadap nilai keseluruhan piksel. Oleh karena itu, perubahan pada bit ini cenderung tidak terdeteksi oleh mata manusia [6].Prinsip dasar metode LSB adalah menggantikan bit terakhir dari nilai intensitas warna (biasanya RGB untuk citra warna atau grayscale untuk citra hitam-putih) dengan bit-bit dari pesan rahasia. Sebagai contoh, jika nilai piksel biru suatu gambar adalah 10110110, dan bit pesan yang ingin disisipkan adalah 1, maka hasil penyisipan akan menjadi 10110111. Proses ini dilakukan secara berurutan untuk seluruh bit dari pesan (Handayani et al., 2021).Metode LSB memiliki beberapa keunggulan yang menjadikannya pilihan utama dalam banyak implementasi . Pertama, metode ini sangat sederhana dan dapat diimplementasikan dengan sedikit kode program. Kedua, karena modifikasi hanya dilakukan pada bit yang tidak signifikan, maka perubahan visual pada citra sangat minim dan sulit dikenali secara kasat mata. Ketiga, metode ini memiliki waktu proses yang cepat karena tidak memerlukan transformasi matematis yang kompleks[7]. Namun demikian, LSB juga memiliki sejumlah kelemahan. Metode ini sangat rentan terhadap proses kompresi lossy (seperti JPEG), manipulasi, atau penyaringan (filtering) pada citra yang telah dimodifikasi. Proses-proses tersebut dapat merusak bit-bit pesan yang tersembunyi sehingga informasi rahasia hilang atau berubah. Oleh karena itu, LSB lebih cocok diterapkan pada citra dalam format non-kompresi seperti BMP atau PNG [8].

2.3 Most Significant Bit (MSB)

Most Significant Bit (MSB) merupakan teknik berbasis domain spasial yang menyisipkan data rahasia pada bit paling signifikan dari suatu piksel citra digital. Bit ini terletak pada posisi paling kiri dalam representasi biner 8-bit dan memiliki nilai bobot tertinggi, sehingga setiap perubahan kecil pada MSB akan sangat memengaruhi nilai akhir dari piksel tersebut. Hal ini berbeda dengan teknik LSB yang menyisipkan pesan di bagian terkecil dari data biner yang hanya menyebabkan perubahan kecil terhadap piksel[9]. Secara teknis, metode MSB menyisipkan bit pesan ke dalam bit-bit penting, seperti bit ke-7 atau ke-8 dari piksel. Sebagai contoh, jika nilai piksel merah adalah 00101100 (44 desimal), dan ingin disisipkan bit 1 pada MSB, maka nilai tersebut menjadi 10101100 (172 desimal). Perubahan nilai sebesar ini sangat mencolok dan dapat terlihat secara kasat mata, apalagi jika dilakukan secara masif dalam satu citra. Oleh karena itu, metode ini lebih cocok diterapkan dalam konteks watermarking atau embed data tahan manipulasi daripada komunikasi rahasia.

© 2025 The Author(s). Published by UNITY ACADEMY . This is an open access article under the CC BY-SA license (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

2.4 Parameter Evaluasi Kualitas Citra

Dalam proses digital, kualitas citra hasil penyisipan data menjadi indikator penting yang menentukan keberhasilan metode yang digunakan. Evaluasi kualitas bertujuan untuk mengukur sejauh mana perbedaan atau distorsi yang terjadi pada citra stego (hasil penyisipan) dibandingkan dengan citra cover (asli). Kualitas yang buruk dapat mengungkap keberadaan pesan rahasia secara visual maupun algoritmis, sehingga membahayakan keamanan data. Oleh karena itu, diperlukan parameter evaluasi kuantitatif untuk mengukur tingkat perubahan ini secara objektif[10].

Dua parameter evaluasi kualitas citra digital yang umum digunakan dalam penelitian adalah Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) dan *Mean Squared Error*(MSE). PSNR digunakan untuk mengukur tingkat kemiripan antara dua citra berdasarkan rasio logaritmik antara sinyal maksimum dan kesalahan, sedangkan MSE menghitung rata-rata kesalahan kuadrat per piksel. Kedua parameter ini saling berkaitan dan memberikan gambaran yang cukup kuat mengenai dampak visual dari penyisipan pesan.

Mean Squared Error (MSE) mengukur nilai kuadrat dari selisih antara setiap piksel dalam citra asli dan citra stego, kemudian dirata-ratakan terhadap seluruh piksel. Nilai MSE yang rendah menunjukkan bahwa perbedaan antara kedua citra kecil, artinya citra hasil penyisipan memiliki kualitas yang baik dan perubahan sulit dikenali. Sebaliknya, MSE tinggi menunjukkan distorsi yang mencolok dan kemungkinan besar akan menurunkan kualitas visual secara drastis[11].

2.5 Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)

Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) merupakan salah satu parameter evaluasi kualitas citra yang paling banyak digunakan dalam bidang pengolahan citra digital, termasuk pada penelitian . PSNR berfungsi untuk mengukur tingkat kemiripan antara citra asli dan citra hasil penyisipan pesan dengan menghitung rasio maksimum nilai sinyal (intensitas piksel) terhadap derau atau gangguan yang dihasilkan oleh proses modifikasi citra. Nilai PSNR dinyatakan dalam satuan desibel (dB), dan semakin tinggi nilainya, maka semakin baik kualitas citra stego karena perubahan yang terjadi semakin kecil dan tidak terdeteksi secara visual[12].

Dalam konteks , PSNR digunakan untuk mengukur kualitas hasil penyisipan data terhadap citra penampung (cover image). Hal ini penting karena tujuan utama adalah menjaga agar pesan yang disisipkan tidak terdeteksi, baik oleh mata manusia maupun oleh alat bantu analisis digital. Jika nilai PSNR rendah, maka perbedaan antara citra asli dan citra hasil penyisipan akan terlihat jelas, yang dapat mempermudah pihak ketiga dalam mendeteksi adanya pesan tersembunyi.

2.6 Microsoft Visual Studio .NET 2019

Microsoft Visual Studio .NET 2019 adalah salah satu lingkungan pengembangan perangkat lunak terintegrasi (Integrated Development Environment/IDE) yang dikembangkan oleh Microsoft. Visual Studio mendukung berbagai bahasa pemrograman seperti Visual Basic .NET, C#, C++, dan F#, serta menyediakan

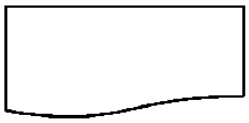
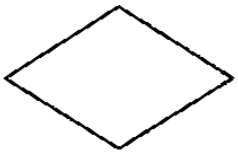
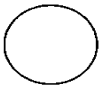
© 2025 The Author(s). Published by UNITY ACADEMY . This is an open access article under the CC BY-SA license (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

antarmuka yang lengkap untuk membangun, menjalankan, dan menguji aplikasi berbasis desktop, web, cloud, maupun mobile. Dalam konteks penelitian dan pengembangan perangkat lunak , Visual Studio .NET 2019 memberikan fleksibilitas tinggi dalam hal pengolahan citra digital melalui pustaka .NET Framework dan dukungan pustaka eksternal seperti AForge.NET dan Emgu CV[13].

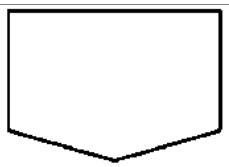
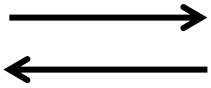
2.7 Flowchart

Bagan alir dokumen (*document flowchart*) adalah bagan (*chart*) yang menunjukkan aliran (*flow*) di dalam program atau prosedur sistem secara logika, digunakan terutama sebagai alat bantu komunikasi dan untuk dokumentasi. Bagan alir sistem (*System flowchart*) merupakan bagan yang menunjukkan arus pekerjaan dari sistem secara keseluruhan, menjelaskan urutan dari prosedur yang ada di dalam sistem serta menunjukkan apa yang dikerjakan di dalam sistem[14].

Tabel 1 Flowchart

Simbol Flowchart	**Nama**	**Arti Simbol**
	Terminator	Awal / akhir konsep (prosedur)
	Process (proses)	Proses penghitung / proses pengolahan data
	Document	Dokument atau laporan berupa *print out* (dokumen cetak)
	*Decision* / keputusan	Keputusan atau garis yang terhubung dengan *decision* merujuk pada situasi-situasi yang berbeda sesuai dengan keputusan yang digambarkan
	Data	*Input* atau *output* (contohnya *input* : *feedback* dari pelanggan, *output* : desain produk baru
	*On page reference* / *connector*	Penghubung alur dalam halaman yang sama

© 2025 The Author(s). Published by UNITY ACADEMY . This is an open access article under the CC BY-SA license (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

	*Off page reference / Off page connector*	Penghubung alur dalam halaman yang berbeda
	Flow / garis	Alur dalam konsep (prosedur)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahapan ini menunjukkan hasil dan pembahasan yang telah diteliti sebelumnya sehingga mendapatkan nilai ukur sistem dari penelitian ini.

3.Hasil

Hasil dari penelitian dapat dilihat dari penjelasan yang terdapat 4 tahap menu utama dari aplikasi antara lain sebagai berikut:

3.1 Menu Utama

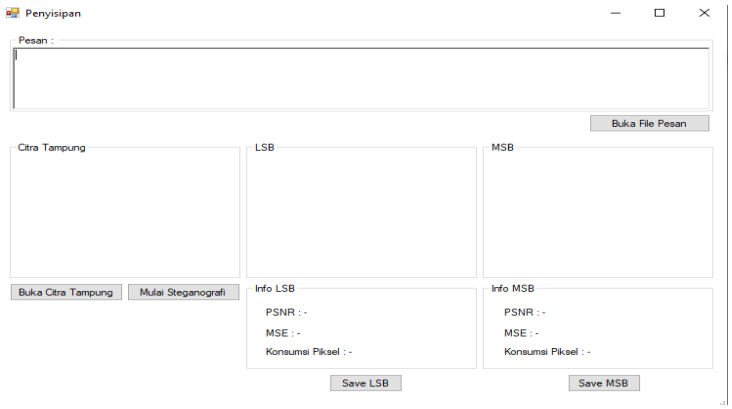
Halaman menu utama adalah bagian pertama sistem yang akan diakses oleh pengguna. Pada bagian ini pengguna dapat mengarahkan atau menavigasikan dirinya untuk melakukan proses penyisipan, ekstraksi LSB, Ekstraksi MSB atau Keluar dari sistem terlebih dahulu. Berikut tampilan dari halaman menu utama.

Gambar 1. Menu Utama

3.2 Proses Penyisipan

Halaman penyisipan kandang halaman yang akan digunakan untuk proses penyisipan watermarking kepada objek Citra digital yang dipilih oleh pengguna. Berikut tampilan dari halaman penyisipan. Berikut tampilan dari halaman penyisipan.

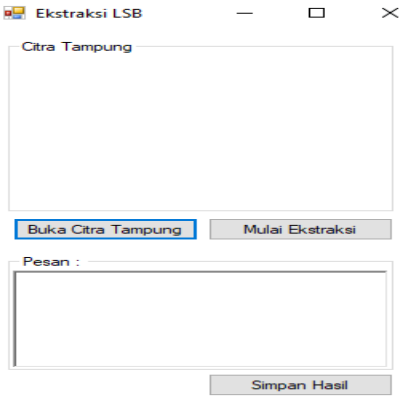
© 2025 The Author(s). Published by UNITY ACADEMY . This is an open access article under the CC BY-SA license (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)



Gambar 2 Penyisipan Gambar

3.3 Ekstraksi LSB

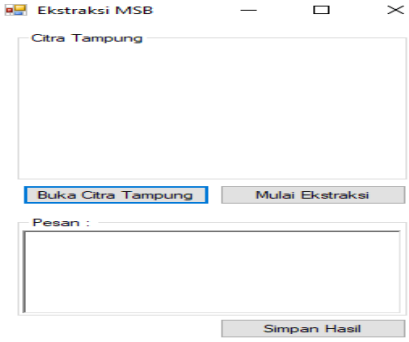
Sedangkan halaman ekstraksi LSB akan digunakan untuk proses ekstraksi stegsnografi yang sebelumnya sudah disisipkan oleh pengguna. Berikut tampilan dari halaman ekstraksi LSB.



Gambar 3. Ektraks LSB

3.4 Ekstraksi MSB

Sedangkan halaman ekstraksi LSB akan digunakan untuk proses ekstraksi stegsnografi yang sebelumnya sudah disisipkan oleh pengguna. Berikut tampilan dari halaman ekstraksi LSB.



Gambar 4 Ekstraksi MSB

© 2025 The Author(s). Published by UNITY ACADEMY . This is an open access article under the CC BY-SA license (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

3.5 Pembahasan

Dalam pengimplementasian algoritma yang dilakukan oleh penulis, perlu diadakannya pengujian sistem untuk mengetahui apakah sistem yang dirancang oleh penulis tidak lagi memiliki kesalahan atau gangguan dapat berakibat tidak dapat nya dimanfaatkan system yang dirancang oleh penulis sesuai dengan tujuan pembuatan sistem tersebut.Untuk pengujian penulis akan melakukan proses penyisipan untuk memastikan bahwasanya sistem dapat beroperasi dengan baik.

3.6 Pengujian Analisis Kualitas Citra Berdasarkan PNSR

Berdasarkan Tabel 4.1, pengujian dilakukan terhadap sepuluh gambar dengan menyisipkan pesan rahasia berukuran 174 karakter menggunakan dua metode : *Least Significant Bit* (LSB) dan Most Significant Bit (MSB). Parameter evaluasi yang digunakan adalah PSNR (*Peak Signal-to-Noise Ratio*) yang menunjukkan tingkat kemiripan antara gambar stego dengan gambar aslinya. Hasil menunjukkan bahwa metode LSB secara konsisten menghasilkan nilai PSNR yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode MSB pada hampir semua citra. Nilai PSNR LSB berkisar antara 67.35 dB hingga 70.96 dB, sedangkan PSNR MSB berada di rentang 59.52 dB hingga 65.40 dB. PSNR yang lebih tinggi menandakan bahwa gangguan atau distorsi yang ditimbulkan akibat penyisipan pesan sangat kecil, sehingga kualitas visual gambar tetap terjaga.

Sebagai contoh, pada citra greyscale.jpg, nilai PSNR metode LSB mencapai 70.96 dB, sedangkan metode MSB hanya menghasilkan 59.80 dB. Demikian pula pada citra lena.jpg, PSNR LSB tercatat 70.94 dB dan PSNR MSB hanya 59.58 dB. Perbedaan PSNR ini menunjukkan bahwa metode MSB menyebabkan perubahan yang lebih signifikan pada piksel gambar, sehingga kualitas gambar stego mengalami penurunan yang dapat diamati secara visual. Namun, pada citra mamypoko.png, perbedaan PSNR antara metode LSB dan MSB relatif lebih kecil, yaitu 67.35 dB (LSB) dan 65.40 dB (MSB). Hal ini mungkin disebabkan oleh struktur piksel gambar tersebut yang lebih kompleks atau dominasi warna-warna seragam sehingga perubahan signifikan pada bit tidak terlalu memengaruhi persepsi visual secara keseluruhan.

Tabel 2 Pengujian Analisis PSNR

No	Nama Citra	Ukuran Pesan	PSNR (LSB)	PSNR (MSB)
1	rubik.png	174 karakter	70.33 dB	59.64 dB
2	Buku kripto.jpg	174 karakter	70.73 dB	59.52 dB
3	Citra lena.jpg	174 karakter	70.94 dB	59.58 dB
4	Citra rgb.jpg	174 karakter	70.84 dB	60.72 dB
5	doggy.jpg	174 karakter	70.72 dB	59.88 dB
6	Jambu air.jpg	174 karakter	70.72 dB	60.50 dB
7	monalisa.jpg	174 karakter	70.82 dB	60.92 dB
8	mamypoko.png	174 karakter	67.35 dB	65.40 dB
9	tractors.jpg	174 karakter	70.36 dB	60.03 dB

© 2025 The Author(s). Published by UNITY ACADEMY . This is an open access article under the CC BY-SA license (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

10	greyscale.jpg	174 karakter	70.96 dB	59.80 dB

4.3.2 Pengujian Pengujian Analisis Kualitas Citra Berdasarkan MSE

Mean Squared Error (MSE) merupakan salah satu parameter evaluasi kualitas citra hasil . Nilai MSE menggambarkan rata-rata kuadrat selisih antara nilai piksel pada citra asli dengan citra hasil stego. Semakin kecil nilai MSE, maka semakin mirip citra hasil dengan citra asli. Pengujian dilakukan terhadap 10 citra berbeda, masing-masing dilakukan penyisipan pesan sebanyak 100 -174 karakter, menggunakan dua metode: *Least Significant Bit* (LSB) dan Most Significant Bit (MSB).

Tabel 3 Pengujian Analisis MSE

No	Nama Citra	Ukuran Pesan	MSE (LSB)	MSE (MSB)
1	rubik.png	174 karakter	0.006	0.07
2	Buku kripto.jpg	174 karakter	0.005	0.07
3	Citra lena.jpg	174 karakter	0.005	0.07
4	Citra rgb.png	174 karakter	0.005	0.05
5	doggy.jpg	174 karakter	0.005	0.06
6	Jambu air.jpg	174 karakter	0.005	0.05
7	monalisa.jpg	174 karakter	0.005	0.05
8	Momypoko..png	174 karakter	0.01	0.01
9	tractors.jpg	174 karakter	0.005	0.06
10	greyscale.jpg	174 karakter	0.005	0.06

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 3, dapat diperoleh beberapa kesimpulan penting:

1. Metode LSB menghasilkan nilai MSE yang sangat rendah, yaitu berkisar antara 0.005 hingga 1.29, yang menunjukkan bahwa penyisipan pesan menggunakan LSB hampir tidak menyebabkan kerusakan visual pada citra. Nilai MSE < 2 secara umum dianggap tidak memberikan perubahan signifikan pada persepsi manusia terhadap citra.
2. Metode MSB menunjukkan nilai MSE yang sangat tinggi, mulai dari 65.91 hingga 79.51, menandakan bahwa penyisipan pesan pada bit paling signifikan menyebabkan kerusakan besar terhadap nilai piksel citra. Hal ini berarti perubahan yang dilakukan bersifat mencolok dan dapat mengganggu kualitas visual gambar secara signifikan.
3. Citra rubik.png yang disisipkan dengan pesan sebesar 174 karakter menunjukkan MSE LSB sebesar 0.005 (sangat kecil) dan MSE MSB sebesar 0.06, yang juga tergolong rendah. Hal ini menandakan bahwa dalam beberapa kasus khusus dengan struktur piksel tertentu, penyisipan MSB mungkin tidak terlalu merusak. Namun, ini adalah pengecualian, bukan representasi umum.

© 2025 The Author(s). Published by UNITY ACADEMY . This is an open access article under the CC BY-SA license (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

4. Semua citra lainnya dengan ukuran pesan 100 karakter menunjukkan kontras MSE yang besar antara LSB dan MSB, dengan metode MSB menghasilkan MSE rata-rata lebih dari 70, sementara metode LSB stabil di kisaran 1.0–1.3.
5. Secara keseluruhan, metode LSB terbukti lebih unggul dari sisi ketahanan terhadap kerusakan visual dan preservasi struktur citra asli. Sedangkan metode MSB kurang cocok digunakan untuk penyembunyian data karena menimbulkan kerusakan signifikan terhadap citra.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian terhadap implementasi metode *Least Significant Bit* (LSB) dan Most Significant Bit (MSB), maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Metode LSB memberikan kualitas citra stego yang jauh lebih baik dibandingkan MSB, dengan nilai PSNR rata-rata di atas 52 dB, sedangkan MSB hanya mencapai kisaran 31–34 dB. Ini menunjukkan bahwa citra hasil dari metode LSB hampir tidak dapat dibedakan dari citra aslinya secara visual.
2. Nilai MSE pada metode LSB sangat rendah, yaitu berkisar antara 1.02 hingga 1.29. Sebaliknya, metode MSB menghasilkan MSE yang tinggi, berkisar antara 65 hingga 79. Ini menandakan bahwa metode MSB menyebabkan perubahan yang signifikan terhadap nilai piksel citra.
3. Dari sisi kapasitas penyisipan, kedua metode mampu menyisipkan pesan dalam jumlah sama karena menggunakan jumlah bit dan piksel yang setara. Namun, metode LSB mampu mempertahankan kualitas citra meskipun digunakan untuk menyisipkan pesan dengan ukuran yang lebih besar.
4. Metode MSB kurang cocok digunakan dalam konteks rahasia, karena perubahan visual pada citra hasil relatif mudah dideteksi oleh pengamat maupun sistem pendeteksi otomatis.
5. Sistem yang dibangun menggunakan Microsoft Visual Studio .NET 2019 berhasil mengimplementasikan kedua metode dengan baik dan dapat menampilkan hasil pengujian kualitas citra secara otomatis menggunakan parameter PSNR dan MSE.

DAFTAR PUSTAKA

[1]. D. Yoga Prayuda, *Analisa Pengujian Kualitas Citra Steganografi Dengan Pendekatan Parameter PSNR Dan MSE*. 2021.

[2]. S. Mt, O. Liviana, and Y. Satria, "PENGAMANAN DATA DIGITAL MENGGUNAKAN TEKNIK INTEGER WAVELET TRANSFORM DAN LEAST SIGNIFICANT BIT," 2023

[3]. R. Fahmi, N. Imanudin, I. Kustiawan, and S. Elvyanti, "Steganografi Citra Digital Menggunakan Pendekatan Least Significant Bit dan Discrete Cosine Transform," 2023.

© 2025 The Author(s). Published by UNITY ACADEMY . This is an open access article under the CC BY-SA license (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

[4]. S. Syamraeni, H. Sholichah, and A. H. Al fajar, "Transformasi Nilai Religius di Era Digital: Analisis Literatur Berdasarkan Tujuan Hifz al-'Aql," *Socio Religia*, vol. 5, no. 2, Dec. 2024, doi: 10.24042/sr.v5i2.25552.

[5]. D. Rosmala and A. Kusuma, "Perbandingan Metode Most Significant Bit dan Least Significant Bit pada Steganografi untuk Keamanan Data Media Digital," *MIND Journal | ISSN*, vol. 3, no. 2, pp. 36–46, 2018, doi: 10.26760/mindjournal.

[6]. M. Elveny, R. Syah, I. Jaya, and I. Affandi, "Implementation of linear congruential generator (LCG) algorithm, most significant bit (MSB) and Fibonacci code in compression and security messages using images," in *Journal of Physics: Conference Series*, IOP Publishing, 2020, p. 012015.

[7]. L. F. Adhimah, I. Nurhafiyah, A. A. Muntahar, F. Kristiaji, and D. Mustofa, "Implementasi Aplikasi Steganografi Berbasis Web Menggunakan Algoritma LSB dan BPCS," *KOMPUTA: Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika*, vol. 12, no. 2, pp. 100–108, 2023.

[8]. C. N. Nur Fitrianingsih Hasan, "Analisis Histogram Steganografi Least Significant BitPada Citra Grayscale," *Jurnal Teknologi Informasi & Komunikasi Digital Zone*, pp. 20–29, 2020.

[9]. R. Indrayani, "Perbandingam Metode LSB, MSB, dan EoF pada Implementasi Steganografi Citra dengan Format JPEG 33 Perbandingam Metode LSB, MSB, dan EoF pada Implementasi Steganografi Citra dengan Format JPEG," 2022.

[10]. S. Ashillah, S. A. Gulo, Y. Rahmi, D. Yandra Niska, and S. Adventino Gulo, "Implementasi Algoritma Pengolahan Citra Digital untuk Perbaikan Kualitas Gambar," 2025.

[11]. N. F. Hasan, C. N. Dengen, and D. Ariyus, "Analisis Histogram Steganografi Least Significant Bit Pada Citra Grayscale," *Jurnal Teknologi Informasi & Komunikasi Digital Zone*, vol. 11, pp. 2086–4884, 2020, doi: 10.31849/digitalzone.v11i1.3413ICCS.

[12]. I. Gede *et al.*, "Pengurangan Noise Pada Citra Digital Menggunakan Filter Aritmatik Mean, Harmonik Mean, Gaussian, Max, Min, Dan Median Dengan Membandingkan Psnr," *Jurnal Ilmu Komputer Indonesia(JIK)*, vol. 5, no. 2, 2020.

[13]. R. Setiawan, "Flowchart Adalah: Fungsi, Jenis, Simbol, dan Contohnya - Dicoding Blog," https://www.dicoding.com/blog/flowchart-adalah/.

© 2025 The Author(s). Published by UNITY ACADEMY . This is an open access article under the CC BY-SA license (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)