Journal of Science and Social Research ISSN 2615 – 4307 (Print)
Feb 2025, VIII (1): 31 – 39 ISSN 2615 – 3262 (Online)
Available online at http://jurnal.goretanpena.com/index.php/JSSR

IMPLEMENTASI KEAMANAN PADA CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN ALGORITMA LEAST CONGRUENTIAL GENERATOR DAN LEAST SIGNIFICANT BIT

Natali Mevian Deaz[1], Juju Jumadi[2], Abdussalam Al Akbar[3]
Universitas Dehasen, Bengkulu
e-mail: [1]mevian98deaz@gmail.com, [2]juju.jumadi@unived.ac.id
[3]akbarabenk@unived.ac.id

Abstract: *LSB Steganography utilizes the Least Significant Bit of the storage media data which will be substituted with the bits of the message data which will be hidden. The LSB concept which performs linear substitution causes hidden messages to be read easily by unauthorized parties. Randomization is considered necessary so that the substitution process in the storage media is not carried out in a linear manner. LCG is a pseudo random number generator method which will generate random numbers using parameters a, b and M. The resulting random numbers are relatively good if the right parameters are used. The implementation of LCG in generating random insertion locations provides additional security against hidden messages so that it can cover the shortcomings of LSB steganography. From the results of the tests carried out it can be concluded that message security on digital images using the LCG and LSB algorithms is proven to provide quite good additional security and the quality of digital images does not differ between using LCG and not using LCG because basically the insertion is carried out by the LSB method while LCG just determine the pixel position.*

Keywords: *Least Significant Bit, Linear Congruential Generator, Digital Image*

Abstrak: Steganografi LSB memanfaatkan Least Significant Bit dari data media penampung yang akan disubstitusikan dengan bit dari data pesan yang akan disembunyikan. Konsep LSB yang melakukan substitusi secara linear menyebabkan pesan yang disembunyikan dapat dibaca dengan mudah oleh pihak lain yang tidak berhak. Pengacakan dianggap perlu agar proses substitusi pada media penampung tidak dilakukan secara linear. LCG merupakan metode pembangkit bilangan acak semu yang mana akan menghasilkan bilangan acak menggunakan parameter a, b dan M. Bilangan acak yang dihasilkan relatif baik dengan penggunaan parameter yang tepat. Implementasi LCG dalam membangkitkan lokasi penyisipan secara acak memberikan keamanan tambahan terhadap pesan yang disembunyikan sehingga dapat menutupi kekurangan dari steganografi LSB. Dari hasil pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa keamanan pesan pada citra digital menggunakan algoritma LCG dan LSB terbukti dapat memberikan keamanan tambahan yang cukup baik dan kualitas dari citra digital tidak berbeda antara menggunakan LCG dan tidak menggunakan LCG karena pada dasarnya penyisipan dilakukan oleh metode LSB sedangkan LCG hanya menentukan posisi pikselnya saja.

Kata kunci: Least Significant Bit, Linear Congruential Generator, Citra Digital

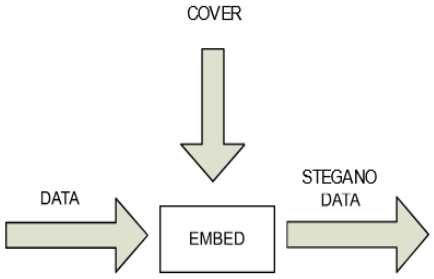
PENDAHULUAN

Perkembangan dan pendayagunaan teknologi informasi dalam mendukung kegiatan manusia di berbagai bidang pekerjaan yang melibatkan komputer sebagai medianya memberikan peluang terjadinya kejahatan yang berkaitan dengan keamanan data seperti data foto, video, musik, gambar dan berkas *file*

lainnya, Steganografi merupakan seni atau teknik menyembunyikan pesan, citra, atau file kedalam pesan, citra atau file yang lain. Steganografi meliputi penyembunyian informasi dalam file komputer. Dalam steganografi digital, komunikasi elektronik dapat mencakup steganografi coding dalam lapisan transport, seperti file dokumen, file gambar, program atau protokol. Prinsip dasar dari teknik steganografi lebih dikonsentrasikan pada pesan atau informasi bukan pada datanya (Budianto,et.al, 2020).

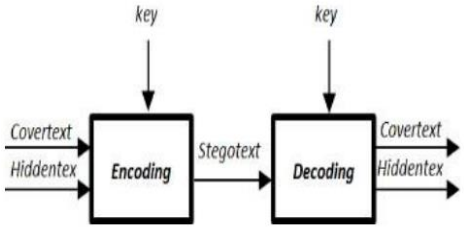
Metode steganografi yang paling umum adalah *Least Significant Bit* (LSB). Karena metode ini tidak akan mengubah gambar digital secara signifikan, maka *file* yang telah terenkripsi dengan *file* dalam bentuk dokumen akan disisipkan dengan mengganti bit terkecil (terakhir) dari *pixel* gambar dengan bit pesan (Adhimah & Nurhafiyah, 2023). LCG atau *Linear Congruential Generator* merupakan salah satu jenis pembangkit bilangan acak semu. LCG menggunakan metode linier dalam pembangkitan bilangan acak dalam jumlah yang besar dan waktu yang cepat (Anwar, Sinurat, & Saputra, 2022).

Steganografi adalah salah satu alternatif solusi dalam mengamankan informasi yang bersifat penting dan pribadi. Istilah steganografi berasal dari bahasa Yunani, yaitu *steganos* yang berarti penyamaran atau penyembunyian dan *graphein* yang berarti tulisan. Jadi, steganografi bisa diartikan sebagai seni menyembunyikan pesan dalam data lain tanpa mengubah data yang ditumpanginya tersebut sehingga data yang ditumpanginya sebelum dan setelah proses penyembunyian hampir terlihat sama (Wibisono, Waluyo, & Ujianto, 2020). Steganografi mempunyai sejarah yang hampir sama dengan kriptografi, keduanya banyak digunakan ketika zaman perang (Syahril & Jaya, 2019). Steganografi adalah seni dan ilmu menulis pesan tersembunyi atau menyembunyikan pesan dengan suatu cara sehingga selain si pengirim dan si penerima, tidak ada seorangpun yang mengetahui atau menyadari bahwa ada suatu pesan rahasia (Simbolon, 2021). Steganografi pada media digital file gambar digunakan untuk mengeksploitasi keterbatasan kekuatan sistem penglihatan manusia dengan cara menurunkan kualitas warna pada file gambar yang belum disisipi pesan rahasia. Sehingga dengan keterbatasan tersebut manusia sulit menemukan gradasi penurunan kualitas warna pada file gambar yang telah disisipi pesan rahasia (Lutfi & Rosihan, 2018).



Gambar 1 Proses Steganografi

Steganografi yang menggunakan media gambar *hiddent text* atau *embedded text* yang sudah disisipkan merupakan pesan yang akan disisipkan kedalam *conver text* atau *cover object*, yaitu file gambar yang digunakan sebagai media penampung pesan kedalam file gambar yang dihasilkan *stego text* atau *stego-object* yang merupakan sebuah file gambar yang memiliki pesan *embedded* (Gunawan & Sumarno, 2018).



Gambar 2 Cara Kerja Steganografi Secara Umum

Linear Congruential Generator (LCG) merupakan algoritma yang menghasilkan deret pseudo random yang dihitung berdasarkan kongruensi linear. Kongruensi linear yang dimaksud adalah sebagai berikut (Nanda & Gelar, 2022).

Journal of Science and Social Research ISSN 2615 – 4307 (Print)
Feb 2025, VIII (1): 31 – 39 ISSN 2615 – 3262 (Online)
Available online at http://jurnal.goretanpena.com/index.php/JSSR

Penentuan nilai awal 0 atau −1 dan konstanta (a, b, dan m) akan menentukan kualitas bilangan acak yang dihasilkan. Bilangan acak yang baik (pada umumnya) apabila terjadinya perulangan atau munculnya bilangan acak yang sama, dapat terjadi setelah sekian banyak pembangkitan bilangan acak (semakin banyak akan semakin baik) serta tidak bisa diprediksi kapan terjadi perulangannya. Periode dari LCG umumnya adalah sebesar nilai m. Masalah pada LCG adalah lower order bit yang digenerasi mempunyai periode yang lebih pendek dari deretan secara keseluruhan jika m di-set menjadi pangkat 2. Tanpa desain yang benar, dengan m yang sangat besar, bisa jadi periode bilangan acak yang dihasilkan tidak akan maksimal, bahkan mungkin jauh lebih pendek daripada periode maksimalnya.

Kunci pembangkit adalah 0 yang disebut umpan (*seed*). LCG mempunyai periode tidak lebih besar dari m. Jika a, b, dan m dipilih secara tepat (misalnya b seharusnya relatif prima terhadap m dan b < m), maka LCG akan mempunyai periode maksimal, yaitu m – 1. Sebagai contoh : Untuk membangkitkan bilangan acak sebanyak 10 kali dengan a=13, b=7, m=11, dan 0 = 2.

Tabel 1. Hasil Pembangkitan Bilangan Acak dengan Metode LCG

n	X_{n-1}	a	b	$a.X_{n-1}+b$	m	$X_n = (a.X_{n-1}+b) \bmod m$
1	2	13	7	33	11	0
2	0	13	7	7	11	7
3	7	13	7	98	11	10
4	10	13	7	137	11	5
5	5	13	7	72	11	6
6	6	13	7	85	11	8
7	8	13	7	111	11	1
8	1	13	7	20	11	9
9	9	13	7	124	11	3
10	3	13	7	46	11	2

Metode *Least Significant Bit* (LSB) atau biasa disebut dengan LSB suatu metode modifikasi steganografi suatu melakukan perubahan pada bit yang paling kanan atau bit yang kurang berarti. Media penampung LSB ini biasanya menggunakan citra digital atau gambar (Yusup, Carudin, & Purnamasari, 2020).

Pengolahan citra merupakan cabang ilmu dalam *Artifical Intelegence* yang menggunakan objek citra dalam bentuk digital untuk penyelesaian kasusnya. Metode dalam citra dapat digunakan baik perhitungan matematis pada objek secara piksel ataupun geometris. Masing-masing objek citra memiliki nilai perbedaan yang dapat diperhitungkan secara matematis, sehingga menunjukkan ciri yang berbeda antara objek satu dengan yang lain. Penciri dari perbedaan setiap objek dapat ditentukan dari warna, tekstur, ataupun bentuk (Jumadi, dkk, 2021).

UML adalah salah satu tool atau model untuk merancang pengembangan software yang berbasis *object-oriented*. UML sendiri juga memberikan standar penulisan sebuah sistem *blueprint*, yang meliputi konsep proses bisnis, penulisan kelas-kelas dalam bahasa program yang spesifik, skema database, dan komponen yang diperlukan dalam sistem software (Sonata & Sari, 2019). *Use case* diagram digunakan untuk memodelkan bisnis proses berdasarkan perspektif penggguna (Andrianto dan Softwan, 2019). *Use case* merupakan sebuah pekerjaan tertentu, misalnya login ke sistem, meng-*create* sebuah daftar belanja, dan sebagainya.

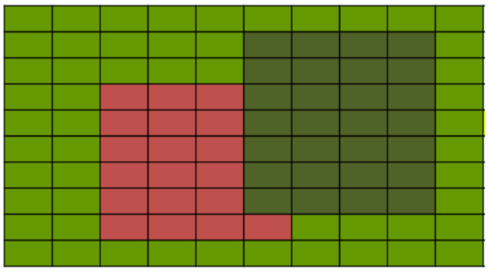
Flowchart adalah bagan yang menunjukkan alur atau alur dalam suatu program atau prosedur sistem secara logis. *Flowchart* (bagan alir) adalah sebuah ilustrasi berupa diagram alir dari algoritma-algoritma dalam suatu program, yang menyatakan arah aliran dari program tersebut (Yulianeu & Oktamala, 2022).

Journal of Science and Social Research ISSN 2615 – 4307 (Print)
Feb 2025, VIII (1): 31 – 39 ISSN 2615 – 3262 (Online)
Available online at http://jurnal.goretanpena.com/index.php/JSSR

METODE

Dalam melakukan penelitian ini, penulis menggunakan metode terapan (*applied research*). Penelitian terapan atau *applied research* dilakukan berkenaan dengan kenyataan-kenyataan praktis, penerapan, dan pengembangan ilmu pengetahuan yang dihasilkan oleh penelitian dasar dalam kehidupan nyata. Penelitian terapan berfungsi untuk mencari solusi tentang masalah-masalah tertentu. Tujuan utama penelitian terapan adalah pemecahan masalah sehingga hasil penelitian dapat dimanfaatkan untuk kepentingan manusia baik secara individu atau kelompok maupun untuk keperluan industri atau politik dan bukan untuk wawasan keilmuan semata.

Proses analisis akan menggunakan citra penampung dengan ukuran 10 x 10 seperti yang terlihat pada gambar 3 berikut:



Gambar 3 Citra Penampung

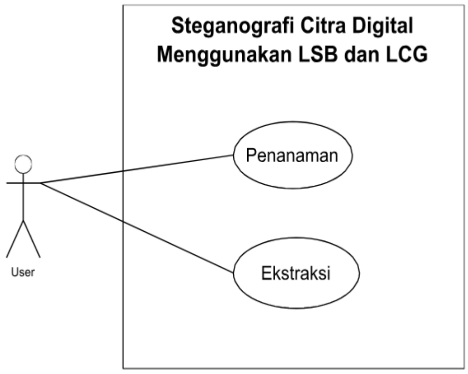
Citra penampung yang digunakan pada proses analisis kemudian dibaca piksel – piksel nya sehingga menghasilkan matriks piksel sebagai berikut.

(102,153,0)	(102,153,0)	(102,153,0)	(102,153,0)	(102,153,0)	(102,153,0)	(102,153,0)	(102,153,0)	(102,153,0)	(102,153,0)
(102,153,0)	(102,153,0)	(102,153,0)	(102,153,0)	(102,153,0)	(79,98,40)	(79,98,40)	(79,98,40)	(79,98,40)	(102,153,0)
(102,153,0)	(102,153,0)	(102,153,0)	(102,153,0)	(102,153,0)	(79,98,40)	(79,98,40)	(79,98,40)	(79,98,40)	(102,153,0)
(102,153,0)	(102,153,0)	(192,80,77)	(192,81,76)	(192,80,77)	(79,98,40)	(79,98,40)	(79,98,40)	(79,98,40)	(102,153,0)
(103,152,0)	(102,153,0)	(192,80,77)	(192,80,77)	(192,80,77)	(79,98,40)	(79,98,40)	(79,98,40)	(79,98,40)	(102,153,0)
(102,153,0)	(102,153,0)	(192,80,77)	(192,80,77)	(192,80,77)	(79,98,40)	(79,98,40)	(79,98,40)	(79,98,40)	(102,153,0)
(102,153,0)	(102,153,0)	(192,80,77)	(192,80,77)	(192,80,77)	(79,98,40)	(79,98,40)	(79,98,40)	(79,98,40)	(102,153,0)
(102,153,0)	(102,153,0)	(192,80,77)	(192,80,77)	(192,80,77)	(79,98,40)	(79,98,40)	(79,98,40)	(79,98,40)	(102,153,0)
(102,153,0)	(102,153,0)	(192,80,77)	(192,80,77)	(192,80,77)	(192,80,77)	(102,153,0)	(102,153,0)	(102,153,0)	(102,153,0)
(102,153,0)	(102,153,0)	(102,153,0)	(102,153,0)	(102,153,0)	(102,153,0)	(102,153,0)	(102,153,0)	(102,153,0)	(102,153,0)

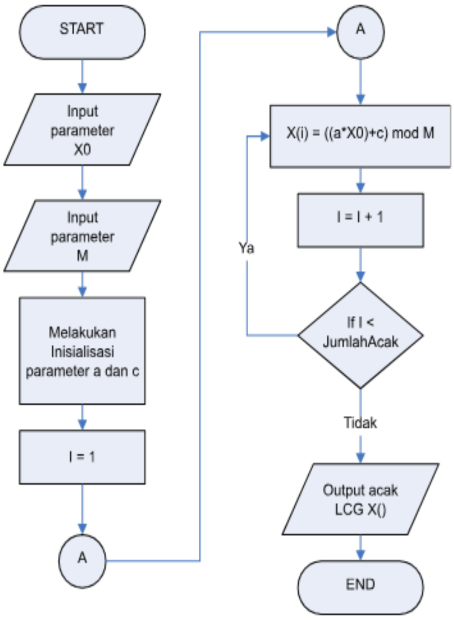
Gambar 4 Piksel Citra Penampung

Untuk mengetahui aktor dan use case yang akan digunakan, maka dilakukan identifikasi aktor dan identifikasi use case. Setelah mendapatkan aktor dan use case, maka use case diagram dapat digambarkan.

Aktor yang berinteraksi dengan sistem ini adalah user yang terdiri atas satu jenis yaitu: user. Sistem dapat melakukan pelatihan dan identifikasi seperti pada gambar.



Gambar 5 Use Case Diagram

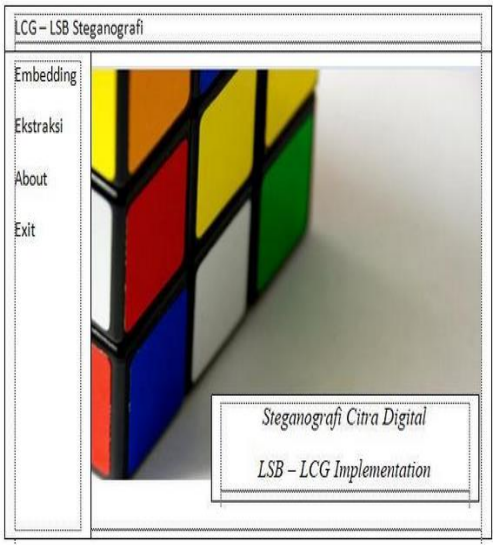


Dapat dilihat proses dari operasi LSB. Proses dimulai dengan membaca tiap piksel dari citra penampung. Kemudian dilanjutkan dengan melakukan konversi bit dari karakter pesan rahasia. Proses penanaman dilakukan secara berulang sampai semua bit dari karakter pesan rahasia berhasil disisipkan pada LSB piksel citra penampung yang mana posisi dari piksel dipilih berdasarkan bilangan acak dari LCG.

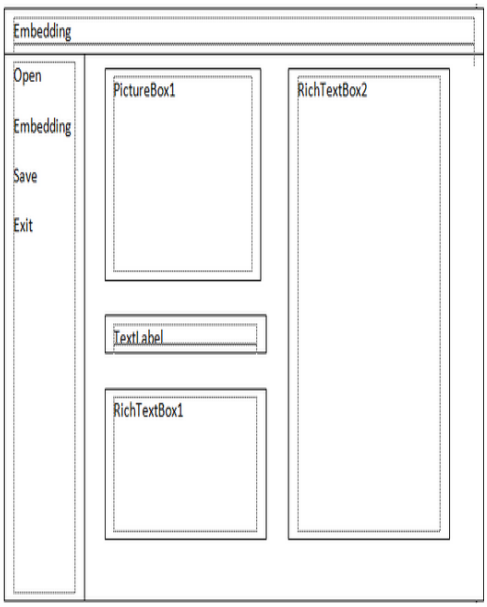
Sistem akan dibangun menggunakan bahasa pemrograman Visual Basic dengan menggunakan

Journal of Science and Social Research ISSN 2615 – 4307 (Print)
Feb 2025, VIII (1): 31 – 39 ISSN 2615 – 3262 (Online)
Available online at http://jurnal.goretanpena.com/index.php/JSSR

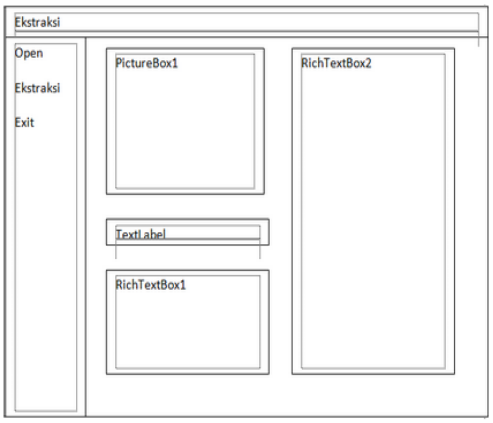
software Microsoft Visual Studio 2010. Rancangan antar muka disesuaikan dengan kebutuhan dan software yang digunakan. Antar muka menggunakan 4 form, yaitu: form cover, form penanaman, form ekstraksi, dan form about. Form cover berfungsi sebagai cover dari sistem dimana terdapat menu utama.



Pada form embedding terdapat antarmuka yang bertujuan untuk melakukan penyisipan pesan rahasia menggunakan citra penampung yang dipilih oleh pengguna. Proses penyisipan menggunakan kunci untuk membangkitkan posisi acak penanaman bit pada piksel citra penampung.



Antarmuka *Form* Ekstraksi



Pengujian sistem merupakan proses eksekusi sistem dengan tujuan mencari kesalahan atau kelemahan dari program tersebut. Proses tersebut dilakukan dengan mengevaluasi kemampuan program. Suatu program yang diuji akan dievaluasi apakah keluaran atau output yang dihasilkan telah sesuai dengan yang diinginkan atau tidak. Metode pengujian yang dipakai dalam sistem ini adalah metode *black box.* Pengujian *black box* berfokus pada persyaratan fungsional perangkat lunak.

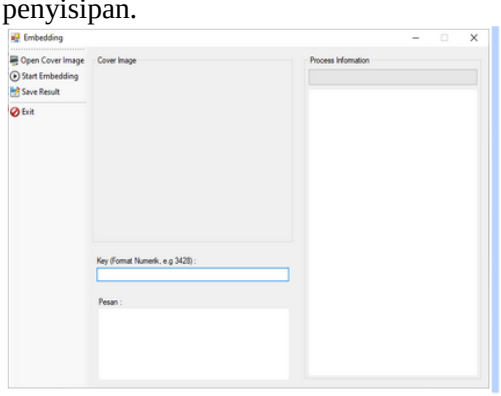
HASIL DAN PEMBAHASAN

Aplikasi implementasi keamanan pada citra digital menggunakan algoritma *Least Congruential Generator* (LCG) dan *Least Significant Bit* (LSB) dibangun berdasarkan desain yang telah dirancang pada bagian sebelumnya. Aplikasi ini dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman Visual Basic.Net 2010. Implementasi metode *Least Congruential Generator* (LCG) dan *Least Significant Bit* (LSB) pada sistem yang dibangun yaitu proses penyisipan data teks pada citra digital dengan ekstensi. *Form* menu utama adalah bagian pertama sistem yang akan diakses oleh pengguna. Pada bagian ini pengguna dapat mengarahkan atau menavigasikan dirinya untuk melakukan proses penyisipan atau ekstraksi terlebih dahulu**.** Berikut tampilan dari halaman menu utama.

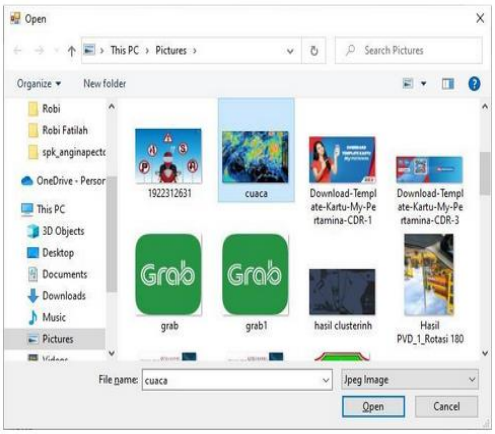
Journal of Science and Social Research ISSN 2615 – 4307 (Print)
Feb 2025, VIII (1): 31 – 39 ISSN 2615 – 3262 (Online)
Available online at http://jurnal.goretanpena.com/index.php/JSSR

Gambar 6 *Form* Menu Utama Aplikasi

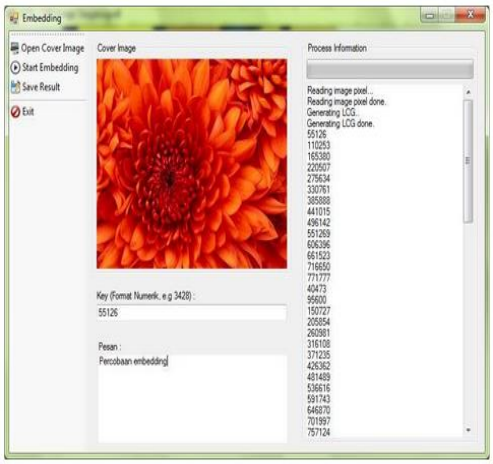
Form Embedding yang akan digunakan untuk proses penyisipan karakter pesan rahasia kedalam citra penampung yang dipilih oleh pengguna. Berikut tampilan dari halaman penyisipan.



Gambar 7 *Form Embedding*



Setelah proses penginputan Citra uji selesai maka halaman penyisipan akan berubah penampilannya seperti pada gambar. Fungsi embedding merupakan komponen sistem yang melakukan penyisipan karakter pesan rahasia kedalam citra penampung. Pengguna memilih citra digital yang akan digunakan sebagai citra penampung yang kemudian akan digunakan oleh sistem untuk menyisipkan bit dari karakter pesan rahasia.



Gambar 8 *Form Embedding*

Fungsi embedding seperti yang terlihat pada gambar 8 menerima input citra penampung dan kemudian menyisipkan pesan rahasia terhadap citra tersebut. Kunci dari pengguna akan digunakan untuk membangkitkan bilangan acak menggunakan metode LCG untuk memperoleh posisi piksel yang akan digunakan sebagai media penyisipan. Pesan rahasia yang diperoleh dari pengguna akan dikonversi menjadi deretan bit sehingga dapat disisipkan pada LSB dari piksel citra penampung.

Selanjutnya akan dilakukan proses ekstraksi pesan pada citra hasil proses penyisipan. Setelah proses penyisipan berhasil maka pengujian selanjutnya adalah kemampuan sistem dalam mengekstraksi kembali pesan atau marking yang telah ditanamkan pada citra hasil proses Least Congruential Generator (LCG) dan Least Significant Bit (LSB) Pertama.

Fungsi ekstraksi merupakan komponen sistem yang melakukan ekstraksi terhadap karakter pesan rahasia yang disisipkan pada citra penampung. Proses ekstraksi dilakukan dengan mengekstraksi bit – bit karakter dari LSB piksel citra penampung pada posisi yang dibangkitkan oleh pembangkit bilangan.

Journal of Science and Social Research ISSN 2615 – 4307 (Print)
Feb 2025, VIII (1): 31 – 39 ISSN 2615 – 3262 (Online)
Available online at http://jurnal.goretanpena.com/index.php/JSSR

Pada bagian ini akan dilakukan pengujian pada sistem yang dibangun. Pengujian dilakukan dengan *Black Box* dan dengan melakukan penanaman dan ekstraksi menggunakan citra penampung yang dipilih. Pengujian dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh validitas dari operasi sistem. Pengujian dilakukan menggunakan citra penampung yang dapat dilihat pada gambar.

Pengujian dilakukan dengan menggunakan kunci rahasia "3312" dan menggunakan pesan rahasia sebagai berikut:

"*Pesan ini disampaikan sebagai bahan pengujian dari sistem steganografi menggunakan kombinasi LCG dan LSB. Sehingga diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam bidang keamanan informasi.*

Seperti yang terlihat pada gambar sistem dapat melakukan penyisipan pesan rahasia pada citra penampung yang dipilih. Sistem terlebih dahulu melakukan pembangkitan bilangan acak LCG seperti yang terlihat pada kolom "*Process Information*" dimana terlihat bilangan acak yang dibangkitkan oleh metode LCG yang digunakan.

Setelah proses penyisipan selesai, selanjutnya akan dilakukan penyimpanan terhadap citra penampung yang telah disisipkan. Kunci yang digunakan pada proses penyisipan harus tetap disimpan untuk digunakan pada proses ekstraksi. Menggunakan kunci yang salah akan menyebabkan bilangan acak yang dibangkitkan tidak sesuai antara waktu proses penyisipan dengan proses ekstraksi sehingga bit – bit karakter dari pesan rahasia tidak akan berhasil di-ekstraksi. Pengujian yang telah dilakukan pada sub – bab sebelumnya menunjukkan bahwa metode LSB dapat dikombinasikan dengan metode pembangkit bilangan acak LCG. Penggunaan LCG pada steganografi LSB memberikan keamanan tambahan dimana posisi piksel yang digunakan sebagai media penyisipan dipilih secara acak sehingga pihak penyadap tidak dapat dengan mudah melakukan ekstraksi dari pesan yang disembunyikan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, implementasi dan pengujian pada bagian sebelumnya, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Metode LCG dapat diterapkan pada aplikasi penyembunyian pesan teks pada citra digital. Aplikasi penyembunyian pesan teks menerapkan LCG dirancang untuk membangkitkan bilangan acak yang mana proses LCG diterapkan sebagai pra-proses sebelum masuk ke dalam proses utama yaitu penyembunyian pesan. Proses LCG tidak membutuhkan komputasi yang besar dikarenakan komputasinya yang

sederhana. Baik pada operasi penanaman maupun ekstraksi, proses LCG merupakan proses yang paling pertama dilakukan sebelum proses yang lain.

2. Algoritma LSB dengan menggunakan implementasi pembangkit bilangan acak LCG mengalami sedikit perubahan dimana algoritma LSB konvensional melakukan penyisipan pada piksel dengan posisi linear dimana penanaman dilakukan pada piksel pertama, kedua dan seterusnya. Dengan implementasi LCG posisi piksel penanaman tidak lagi dipilih secara linear namun dipilih secara acak berdasarkan bilangan acak yang dibangkitkan oleh LCG.
3. Penambahan metode LCG pada penyembunyian pesan menggunakan LSB memberikan keamanan tambahan yang cukup baik dimana pihak penyadap menjadi lebih sulit untuk melakukan ekstraksi karakter dari 56 57 pesan rahasia dimana bit dari karakter tidak lagi disisipkan secara linear namun sudah secara acak. Kualitas dari citra digital tidak berbeda antara menggunakan LCG dan tidak menggunakan LCG karena pada dasarnya penyisipan dilakukan oleh metode LSB sedangkan LCG hanya menentukan posisi pikselnya saja. Kompleksitas komputasi sedikit bertambah namun tidak terlalu signifikan karena komputasi LCG sangat sederhana.

DAFTAR PUSTAKA

Himah, L. F., & Nurhafiyah, I. (2023). Implementasi Aplikasi Steganografi Berbasis Web Menggunakan Algoritma LSB dan BPCS. KOMPUTA : Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika, 1Ad00-108.

Anwar, N., Sinurat, S., & Saputra, I. (2022). Penerapan Algoritma Xtea Dengan Metode Pembangkitan Kunci Linear Congruential Generator Untuk Pengamanan Teks Rahasia. RESOLUSI : Rekayasa Teknik Informatika dan Informasi, 96-105.

Gunawan, I., & Sumarno. (2019). Penggunaan Algoritma Kriptografi Steganografi Least Significant Bit Untuk Pengamanan Pesan Teks dan Data Video. J-Sakti (Jurnal Sains Komputer dan Informatika), 57-65.

Jumadi, J., Akbar, A. a., & Septiawan, S. E. (2020). Implementasi Metode Template Matching Untuk Klasfisikasi Citra Anggrek Pensil Bengkulu. Konferensi Nasional Ilmu Komputer (KONIK). I. Makasar: KONIK 2020.

Jumadi, J., Yupianti, & Sartika, D. (2021). Pengolahan Citra Digital Untuk Identifikasi Objek Menggunakan Metode Hierarchical Agglomerative Clustering. JST (Jurnal Sains dan Teknologi), 148-156

Lutfi, S., & Rosihan. (2018). Perbandingan Metode Steganografi LSB (Least Significant Bit) DAN MSB (Most Significant Bit) Untuk Menyembunyikan Informasi Rahasia Kedalam Citra Digital. JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer), 34-42.

Nanda, A., & Gelar, T. (2022). Enkripsi Selektif Pada Citra Medis Dengan Menggunakan Linear Congruential Generator. JIP (urnal Informatika Polinema), 1-8.

Syahril, M., & Jaya, H. (2019). Aplikasi Steganografi Pengamanan Data Nasabah di Standard Chartered Bank Menggunakan Metode Least Significant Bit dan RC4. Seminar Nasional Sains & Teknologi Informasi (SENSASI), 505- 509.

Wibisono, G., Waluyo, T., & Ujianto, E. (2020). Kajian Metode Metode Steganografi Pada Domain Spasial. JTIK (Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Komputer), 251-256.

Yesputra, R. (2019). Belajar Visual Basic. NET Dengan Visual Studio 2010. Medan: Royal Asahan Press.

Yulianeu, A., & Oktamala, R. (2022). Sistem Informasi Geografis Trayek

Angkutan Umum Di Kota Tasikmalaya Berbasis Web. JUTEKIN (JURNAL TEKNIK INFORMATIKA), 125-134.

Yusup, I., Carudin, & Purnamasari, I. (2020). Implementasi Algoritma Caesar Cipher Dan Steganografi Least Significant Bit Untuk File Dokumen. JUTISI (Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi), 434-441.