



# Metode Spread Spectrum untuk Penyisipan Pesan pada Citra Digital

Bedy Brilliant Wijaya\*, Herri Setiawan, Dewi Sartika

Fakultas Ilmu Komputer, Teknik Informatika, Universitas Indo Global Mandiri, Palembang, Indonesia

Email: <sup>1,\*</sup>2019110015@students.uigm.ac.id, <sup>2</sup>herri@uigm.ac.id, <sup>3</sup>dewi.sartika@uigm.ac.id

Email Penulis Korespondensi: 2019110015@students.uigm.ac.id

**Abstrak**-Pentingnya nilai informasi dalam suatu pesan menyebabkan pesan yang ingin disampaikan seringkali tidak sampai kepada penerima, melainkan jatuh ke tangan orang yang tidak diinginkan. Berbagai teknik digunakan untuk mencegah akses oleh orang yang tidak berwenang. Salah satu dari berbagai teknik untuk melindungi informasi ini adalah steganografi ialah menyembunyikan pesan di dalam pesan lain untuk menghindari kecurigaan bahwa seseorang mencoba mencuri informasi. Tahap awal dari proses penyisipan adalah melakukan penyebaran biner dari karakter pesan dengan besaran skalar 4 untuk menghasilkan segmen baru dilanjutkan dengan pembangkitan bilangan acak (pseudonoise random number) menggunakan kunci steganografi dan dikonversi kedalam bentuk biner. Kemudian dilanjutkan dengan melakukan modulasi dengan operasi logika XOR antara nilai segmen biner dan barisan bilangan acak yang telah dikonversi kedalam biner untuk menghasilkan biner baru yang akan disisipkan ke objek citra digital. Metode spread spectrum menghasilkan kualitas citra yang cukup baik setelah proses penyisipan, hal ini dapat dibuktikan dengan hasil pengujian PSNR yang lebih dari 30 dB.

**Kata Kunci:** Kriptografi; PSNR; Spread Spectrum; Steganografi.

**Abstract**-Abstract The importance of the value of information in a message means that the message often does not reach the recipient, but instead falls into the hands of unwanted people. Various techniques are used to prevent access by unauthorized persons. One of the various techniques to protect this information is steganography, which is the hiding of a message inside another message to avoid suspicion that someone is trying to steal information. The initial stage of the insertion process is to perform a binary spread of the message characters with a scalar magnitude of 4 to produce a new segment followed by the generation of a random number (pseudonoise random number) using the steganography key and converted into binary form. Then proceed with modulation with XOR logic operation between the value of the binary segment and the line of random numbers that have been converted into binary to produce a new binary that will be inserted into the digital image object. The spread spectrum method produces quite good image quality after the insertion process, this can be proven by the PSNR test results which are more than 30 dB.

**Keywords:** Cryptography; PSNR; Spread Spectrum; Steganography

## 1. PENDAHULUAN

Keberadaan internet sebagai sistem jaringan terbesar di dunia yang menghubungkan hampir seluruh komputer di dunia, memudahkan pertukaran informasi antar seluruh komputer di dunia. Dalam kehidupan modern, kebanyakan orang mengandalkan internet karena dapat diakses, efisien, dan cepat [1]–[4]. Kemajuan teknologi komputer telah menyebabkan penggunaan data digital seperti audio, image, video, dan text menjadi semakin umum. Ini tidak hanya memacu interaksi antar manusia, tetapi juga meningkatkan kompleksitas tuntutan keamanan data, terutama ketika data yang dikirimkan adalah pesan rahasia [1], [5]–[7]. Pentingnya nilai informasi dalam suatu pesan menyebabkan pesan yang ingin disampaikan seringkali tidak sampai kepada penerima, melainkan jatuh ke tangan orang yang tidak diinginkan. Berbagai teknik digunakan untuk mencegah akses oleh orang yang tidak berwenang. Salah satu dari berbagai teknik untuk melindungi informasi ini adalah menyembunyikan pesan di dalam pesan lain [8]–[10]. Teknik ini, disebut steganografi, melibatkan menyembunyikan pesan di dalam pesan lain untuk menghindari kecurigaan bahwa seseorang mencoba mencuri informasi. Dengan menggunakan teknik ini, sebuah pesan rahasia dapat disembunyikan tanpa ada yang mengetahui isinya. Steganografi adalah seni dan ilmu komunikasi tersembunyi mirip dengan kriptografi. Steganografi memungkinkan dua pihak yang saling percaya untuk bertukar pesan secara rahasia. Steganografi digital menggunakan media digital sebagai wadah, seperti image, video atau audio digital. Informasi tersembunyi juga bersifat digital, seperti text, image, audio, atau video [1], [11]–[13].

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Spread Spectrum Steganography. Metode Spread Spectrum adalah metode komunikasi dimana sinyal informasi disebar diseluruh frekuensi yang tersedia dengan memilih tempat penyisipan data pada frekuensi yang rendah serta menambahkan pseudo-noise. Dari definisi tersebut dapat dikatakan bahwa steganografi dengan menggunakan metode Spread Spectrum memperlakukan cover-object sebagai noise atau mencoba menambahkan pseudo-noise pada cover-object. Dipilihnya metode ini karena pesan yang di sebar kedalam cover-object sehingga sulit untuk dideteksi [10].

Citra digital merupakan sebuah larik (array) yang berisi nilai-nilai real maupun kompleks yang direpresentasikan dengan deretan bit tertentu. Suatu citra digital didefinisikan sebagai fungsi  $f(x,y)$  berukuran M baris dan N kolom, dengan x dan y adalah koordinat spasial, dan amplitud  $f$  di titik koordinat  $(x,y)$  dinamakan intensitas atau tingkat keabuan dari citra pada titik tersebut [14]. Format citra digital yang digunakan adalah PNG, format PNG ini merupakan solusi kompresi citra foto yang kuat yang mengandung data warna lebih banyak dari tipe lainnya (24bit RGB + alpha). Kompresi pada file ini menggunakan kompresi yang tidak menghilangkan data. Kelebihan PNG ini adanya warna transparan dan alpha. PNG dapat diatur warnanya hingga 64bit (true color + alpha).

Pesan yang akan disisipkan berupa pesan text, Text adalah kumpulan dari karakter-karakter atau string yang menjadi satu kesatuan. Karakter atau string yang tersusun tersebut dapat berupa huruf, angka dan simbol yang



merepresentasikan hasil dari kode ASCII [15]. ASCII (american standard code for information interchange) adalah standar internasional untuk kode huruf, angka, dan simbol seperti hexadecimal dan unicode, tetapi ASCII lebih universal. Kode ASCII sebenarnya memiliki komposisi bilangan biner sebanyak 7 bit. Namun ASCII disimpan sebagai sandi 8bit dengan menambahkan satu angka 0 sebagai bit significant paling tinggi. Bit tambahan ini sering digunakan untuk uji prioritas. Karakter kontrol pada ASCII di-bedakan menjadi 5 kelompok sesuai dengan penggunaan yaitu berturut-turut meliputi logical communication, device control, information separator, code extention, dan physical communication. Kode ASCII ini banyak dijumpai pada papan ketik (keyboard) computer atau instrument-instrument digital.

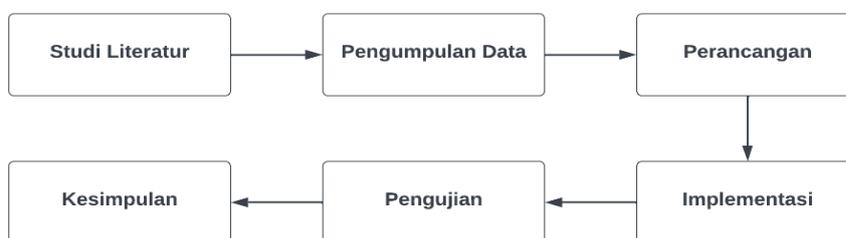
Sebagai bahan pertimbangan dalam penelitian ini penulis juga mencantumkan beberapa penelitian terdahulu, dengan judul "Analisis Steganografi Citra Digital Menggunakan Metode Spread Spectrum Berbasis android Analysis" dari hasil penelitian yang dilakukan didapatkan kelebihan dari metode yang digunakan Perangkat lunak yang dibangun dapat melakukan steganografi pada citra berwarna, kekurangan Citra stego tidak tahan terhadap serangan noise-gaussian, cropping, dan compress. Andre Hernandez; Hartini; Dewi Sartika (2019) dengan judul "Steganografi Citra Menggunakan Metode Least Significant Bit (LSB) dan Linear Congruential Generator (LCG)". dari hasil penelitian yang dilakukan didapatkan kelebihan dari metode yang digunakan Menghasilkan stego-image dengan kualitas yang baik dengan hasil pengujian nilai PSNR yang mencapai 51 dB, serta kekurangan Penggunaan metode linear congruential generator (LCG) sebagai pengacakan indeks posisi pixel tidak aman karena bukan termasuk dalam cryptographically secure pseudo random number generator (CSPRNG). Yusuf Ramadhan Nasution; Mhd. Furqan; Meri Sinaga (2020) dengan judul "Implementasi Steganografi Menggunakan Metode Spread Spectrum Dalam Pengamanan Data Teks Pada Citra Digital". dari hasil penelitian yang dilakukan didapatkan kelebihan dari metode yang digunakan, Objek penyisipan data teks tidak mengalami perubahan setelah proses steganografi, sehingga kecil kemungkinan terjadi kebocoran. kekurangan Penggunaan metode linear congruential generator (LCG) sebagai pembangkit bilangan acak tidak aman karena bukan termasuk dalam cryptographic ally secure pseudo random number generator (CSPRNG).

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Kerangka Dasar Penelitian

Kerangka Dasar Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif yang melibatkan pengumpulan data gambar dan teks sebagai bahan uji. Penelitian ini bertujuan untuk menguji hipotesis tentang pengaruh Steganografi dan Metode Spread Spectrum terhadap keamanan data teks rahasia dalam menghadapi ancaman pencurian dan penggunaan pesan teks pribadi atau rahasia untuk tujuan komersial oleh pihak yang tidak bertanggung jawab. Oleh karena itu, penelitian ini mencoba untuk memproteksi pesan dengan menyisipkan pesan teks ke dalam objek berupa citra digital dengan menggunakan metode spread spectrum. Variabel penelitian meliputi Spread Spectrum, Pseudo Random Numbers, Pengolahan Citra Digital, Mean Square Error, Peak Signal to Noise Ratio, dan Data Text. Metode analisis yang digunakan dalam pengujian ini melibatkan penggunaan Siklus Hidup Pengembangan Perangkat Lunak (Software Development Life Cycle). Kerangka pemikiran dalam penelitian ini dijelaskan melalui analisis literatur yang relevan dan mendalam.

### 2.2 Tahapan Penelitian

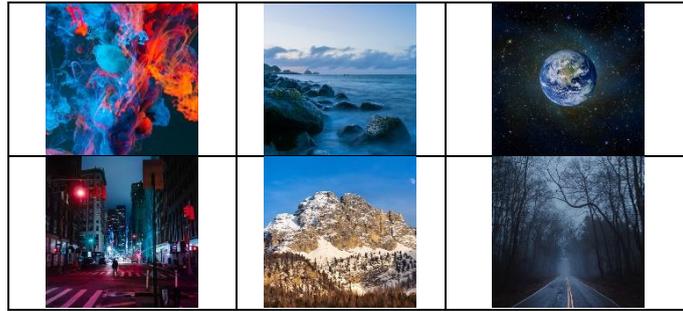


Gambar 1. Tahapan Penelitian.

Pada gambar 1 di atas ditampilkan Kerangka Dasar Penelitian ini untuk menguji hipotesis tentang pengaruh Steganografi dan Metode Spread Spectrum terhadap keamanan data teks rahasia dalam menghadapi ancaman pencurian dan penggunaan pesan teks pribadi atau rahasia. Penelitian ini mencoba untuk memproteksi pesan dengan menyisipkan pesan teks ke dalam objek berupa citra digital dengan menggunakan metode spread spectrum. Variabel penelitian meliputi Spread Spectrum, Pseudo Random Numbers, Pengolahan Citra Digital, Mean Square Error, Peak Signal to Noise Ratio, dan Data Text. Metode analisis yang digunakan dalam pengujian ini melibatkan penggunaan Siklus Hidup Pengembangan Perangkat Lunak (Software Development Life Cycle).

### 2.3 Pengumpulan Data

Data yang digunakan adalah data sekunder berupa citra digital berformat PNG dengan resolusi  $500 \times 500$  pixel yang diambil dari internet akan dijadikan cover-image. Serta data text berformat TXT dengan panjang 50 sampai 1250 karakter.



Gambar 2. Citra digital berformat PNG

## 2.4 Perancangan

### 2.4.1 Flowchart Metode Spread Spectrum

#### a. Embedding (Penyisipan)



Gambar 3. Proses penyisipan.

#### 1. Penyebaran pesan teks

Nilai desimal dan biner dari karakter yang akan disisipkan selanjutnya nilai biner tersebut disebar menggunakan besaran skalar 4.

#### 2. Pembangkit Bilangan Acak

Bilangan semi acak adalah sebuah algoritma yang membangkitkan sebuah deret bilangan yang tidak benar-benar acak. Keluaran dari pembangkit bilangan acak semu hanya mendekati beberapa dari sifat-sifat yang dimiliki bilangan acak.

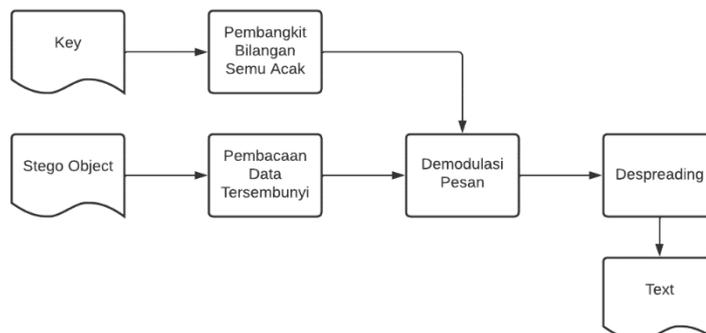
#### 3. Modulasi

Proses selanjutnya adalah melakukan modulasi dengan operasi logika XOR antara nilai segmen biner dan barisan bilangan acak yang telah dikonversi kedalam biner. Hasil modulasi antara karakter biner dan bilangan acak ini yang akan disisipkan kedalam citra.

#### 4. Penyisipan

Proses penyisipan pesan teks diaplikasikan dengan mengganti bit terakhir dari setiap nilai biner RGB dari citra digital dengan biner-biner hasil modulasi pesan. Dalam menyisipkan bit terakhir menggunakan metode least significant bit (LSB). Susunan bit dalam satu byte (8 bit) memiliki bit paling signifikan (most significant bit) dan bit paling tidak signifikan (least significant bit), Bit yang tepat untuk diganti adalah bit yang kurang signifikan di setiap satu byte. Oleh karena itu, metode least significant bit adalah mengganti bit yang paling tidak berarti dari 8-bit yang ada, tetapi bit tersebut merupakan objek penting dalam metode steganografi ini [9].

#### b. Pembacaan kembali pesan



Gambar 4. Proses pengembalian.



1. Mengambil bit-bit tersisip  
Pada proses pengambilan bit mendapatkan penanda akhir, yaitu berupa satu karakter yang tidak digunakan maka pengambilan bit terakhir akan terhenti.
2. Pembangkitan bilangan acak  
Proses pembangkitan bilangan acak memerlukan kunci. Dari karakter kunci tersebut dilakukan konversi ke bentuk biner. Dari nilai biner tersebut dilakukan operasi logika XOR untuk mendapatkan bilangan yang berfungsi sebagai umpan (seed) dalam pembangkitan bilangan acak algoritma blum blum shub (BBS). Setelah didapatkan bilangan umpan (seed), dilanjutkan dengan pembangkitan bilangan acak, Panjang barisan bilangan acak menyesuaikan panjang bit-bit tersisip yang diambil. Blum blum shub memiliki persamaan sebagai berikut.

$$X_{n+1} = X_n^2 \text{ mod } n \quad (1)$$

Keterangan:

X = umpan (seed).

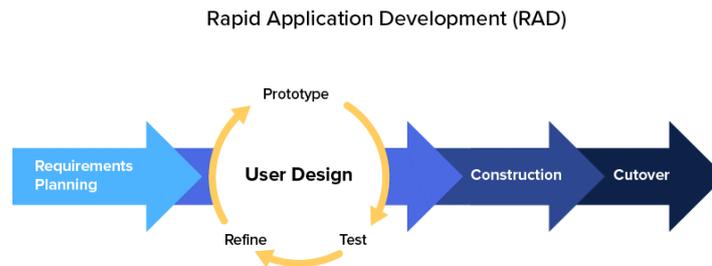
$n = p \times q$  (bilangan prima n harus kongruen terhadap 3 mod 4).

Bagaimanapun juga, generator ini mempunyai bukti keamanan yang kuat, dimana berhubungan dengan kualitas generator karena sulitnya faktorisasi integer.

3. Demodulasi  
Melakukan demodulasi dengan operasi logika XOR antara bit-bit yang berhasil diambil dan barisan bilangan acak yang telah dikonversi ke dalam biner.
4. Penyusutan biner hasil demodulasi  
Proses penyusutan (despreading) ini adalah kebalikan dari proses pembentukan besaran skalar 4, dengan menghapus 3bit dari setiap segmen biner

#### 2.4.2 Metode Pengembangan Aplikasi.

Metode pengembangan perangkat lunak yang di pakai adalah Rapid application development (RAD). Rapid application development (RAD) adalah siklus hidup pengembangan yang dirancang untuk pengembangan yang lebih cepat dan hasil berkualitas lebih tinggi daripada siklus hidup tradisional [16].



**Gambar 5.** Tahap-tahap pengembangan model RAD [17].

Ada 4 (empat) tahapan RAD yang perlu dilalui ketika mengembangkan aplikasi [18].

1. Dimulai dengan menentukan kebutuhan perangkat lunak (project requirements). Pada fase ini, kita perlu menentukan kebutuhan yang harus dipenuhi dari perangkat lunak.
2. Membuat prototype, tujuannya adalah untuk memeriksa apakah prototype yang dihasilkan memenuhi persyaratan.
3. Proses pengembangan, pada tahap ini pengembang mengubah prototype menjadi aplikasi dengan melakukan pengkodean.
4. Finalisasi, pada tahap akhir pengembang memperbaiki semua kemungkinan bug selama proses pengembangan.

#### 2.4.3 Metode Pengujian Kualitas Citra.

Mendukung hasil pengujian dilakukan perhitungan nilai Mean Square Error (MSE) yaitu ukuran yang digunakan untuk menilai seberapa baik sebuah metode dalam melakukan rekonstruksi atau restorasi citra relatif terhadap citra aslinya [19]. Nilai MSE didapat dengan membandingkan nilai selisih pixel-pixel citra asal dengan citra hasil pada posisi pixel yang sama.

$$MSE = \frac{1}{M \times N} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \left( (f_a(i, j)) - (f_b(i, j)) \right)^2 \quad (2)$$

Keterangan:

M dan N = panjang dan lebar citra.

$f_a(i, j)$  = intensitas citra di titik (i, j) citra asli.

$f_b(i, j)$  = intensitas citra di titik (i, j) citra setelah diolah.

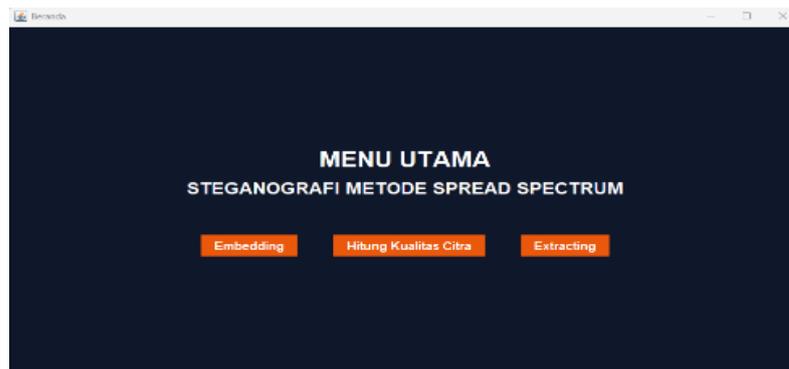


Semakin kecil nilai MSE maka semakin baik kualitas citra hasil segmentasinya [19]. Serta nilai Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) yaitu perbandingan antara nilai maksimum dari kedalaman bit citra yang diukur (citra 8 bit, mempunyai nilai maksimum 255) dengan besarnya noise yang berpengaruh pada sinyal tersebut. Di dalam hal ini besarnya noise diwakili oleh nilai MSE. Nilai PSNR ditentukan oleh besar atau kecilnya nilai MSE yang terjadi pada citra. Semakin besar nilai PSNR, semakin baik pula hasil yang diperoleh pada tampilan citra hasil. Sebaliknya, semakin kecil nilai PSNR, maka akan semakin buruk hasil yang diperoleh pada tampilan citra hasil. PSNR biasanya diukur dalam satuan desibel (dB). Berikut rumus menghitung PSNR.

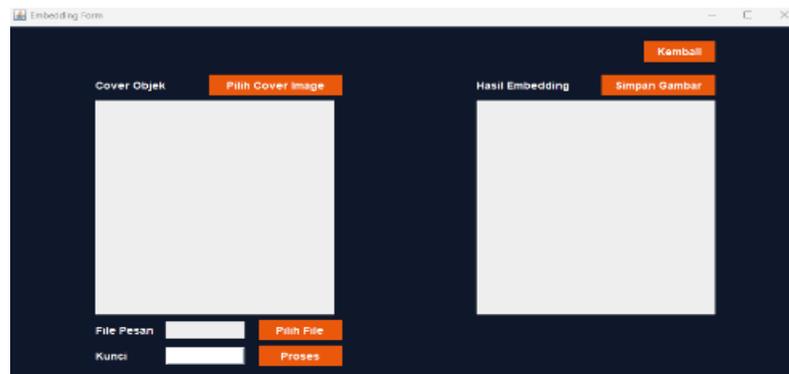
$$\text{PSNR} = 20 \log_{10} \left( \frac{255}{\sqrt{\text{MSE}}} \right) \quad (3)$$

## 2.5 Implementasi

Implementasi merupakan lanjutan dari tahap perancangan yaitu sistem yang dioperasikan pada keadaan yang sebenarnya, sehingga akan diketahui apakah sistem yang telah dibuat menghasilkan tujuan yang diinginkan.

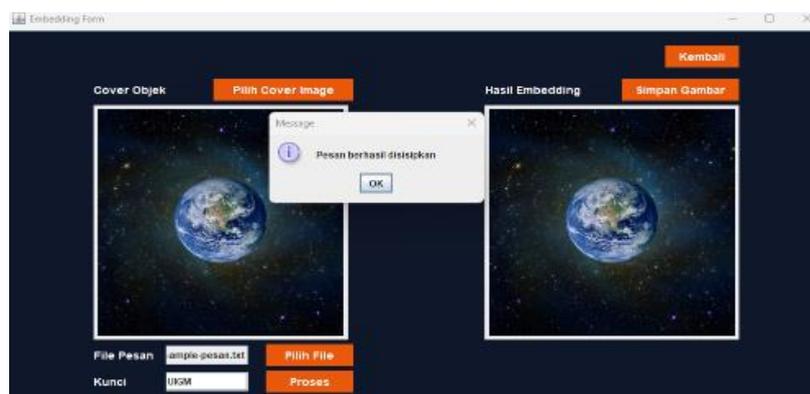


Gambar 6. Tampilan Menu Utama.

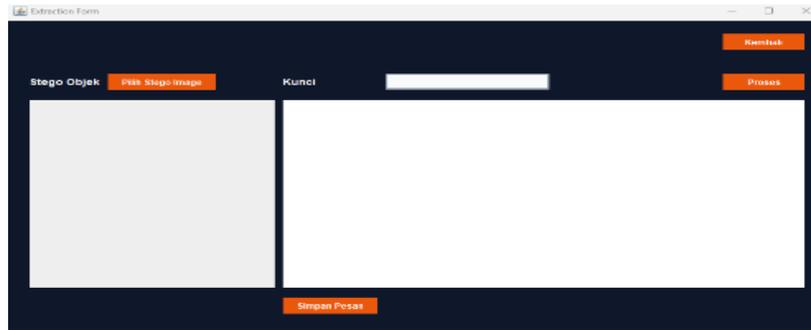


Gambar 7. Tampilan antarmuka menu penyisipan.

Menu embedding ditampilkan saat pengguna memilih tombol "embedding". Pada menu ini terdapat beberapa tombol yang antaranya tombol untuk memilih gambar cover, tombol untuk memilih file pesan, tombol untuk melakukan proses penyisipan, tombol untuk menyimpan gambar hasil penyisipan, dan tombol untuk kembali ke menu home. Selain tombol, terdapat juga 2 text field dan 2 panel yang berfungsi sebagai input kunci embedding dan nama file pesan untuk text field, dan panel berfungsi untuk menampilkan gambar cover dan gambar stego.

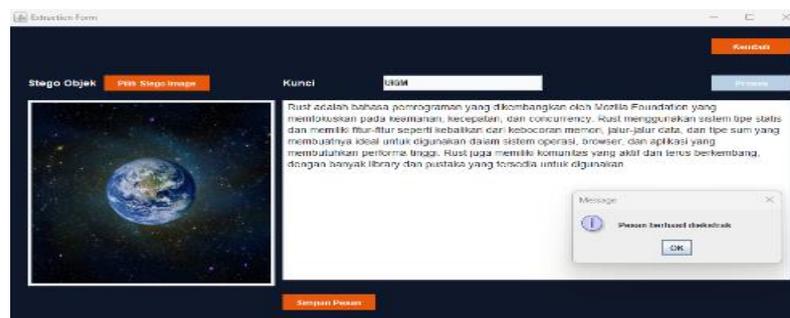


Gambar 8. Tampilan setelah proses penyisipan.



**Gambar 9.** Tampilan antarmuka menu pembacaan pesan (Extracting).

Menu Extracting ditampilkan saat pengguna memilih tombol Extracting. Pada menu ini terdapat beberapa tombol yang antaranya tombol untuk memilih gambar stego, tombol untuk melakukan proses pembacaan pesan, tombol untuk menyimpan pesan yang telah dibaca kembali, dan tombol untuk kembali ke menu Home. Selain tombol, terdapat juga text field yang berfungsi untuk memasukkan kunci, text area yang berfungsi untuk menampilkan pesan hasil ekstraksi, dan panel yang berfungsi untuk menampilkan gambar stego.



**Gambar 10.** Tampilan hasil proses pembacaan pesan.



**Gambar 11.** Tampilan antarmuka menu perbandingan citra.

Menu perbandingan kualitas citra ditampilkan saat pengguna memilih tombol hitung kualitas citra pada menu home. Pada menu ini terdapat beberapa tombol yang antaranya tombol untuk memilih gambar cover, tombol untuk memilih gambar stego, tombol untuk melakukan proses perbandingan citra, dan tombol untuk kembali ke menu home. Selain tombol, terdapat juga 2 text field dan 2 panel yang berfungsi menampilkan gambar cover dan gambar stego untuk panel, dan 2 text field berfungsi untuk menampilkan nilai MSE dan PSNR dari hasil perbandingan 2 gambar.



**Gambar 12.** Hasil perbandingan citra asli dan citra yang disisipkan.



### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Pembahasan

Wajib memiliki bagian pembahasan yang menjelaskan pembahasan dari hasil penelitian sehubungan dengan hipotesis yang di ambil dalam penelitian. Pada sub bagian pembahasan juga membandingkan dengan kajian dari hasil penelitian sejenis yang di gunakan pada bagian pendahuluan. Rujukan juga wajib ada dalam bagian ini.

Komponen tampilan antarmuka perangkat lunak yang dibangun sudah sesuai dengan spesifikasi dan memenuhi kebutuhan yang telah dirancang sebelumnya. Sistem berhasil melakukan proses penyisipan pesan ke dalam gambar dan pembacaan kembali pesan terhadap gambar tersebut. Sistem yang dibuat berhasil melakukan peningkatan dari sisi keamanan dibandingkan dua penelitian terdahulu yang masih menggunakan algoritma linear congruential generator (LCG), karena sudah menggunakan algoritma pembangkit bilangan acak yang dirancang untuk tahan terhadap bermacam-macam kriptanalisis yaitu metode blum blum shub (BBS). Sebuah cryptographically secure pseudo random number generator (CSPRNG) harus memenuhi dua persyaratan sebagai berikut:

1. Secara statistik ia mempunyai sifat-sifat yang bagus (yaitu lolos uji keacakan secara hitung statistik).
2. Tahan terhadap serangan (attack) yang serius. Serangan ini bertujuan untuk memprediksi bilangan acak yang di hasilkan.

#### 3.2 Pengujian

##### 3.2.1 Black Box Testing

Pengujian ini dilakukan untuk memeriksa seluruh komponen antarmuka dari perangkat lunak yang dibangun,

**Tabel 1.** Pengujian tampilan antarmuka menu home.

No	Input	Output	Hasil yang diharapkan	Keterangan
1.	Menekan tombol embedding.	Pindah ke menu embedding.	Pengguna berada di menu embedding.	Berhasil
2.	Menekan tombol extracting.	Pindah ke menu extracting.	Pengguna berada di menu extracting.	Berhasil
3.	Menekan tombol hitung kualitas citra.	Pindah ke menu hitung kualitas citra.	Pengguna berada di menu hitung kualitas citra.	Berhasil

**Tabel 2.** Pengujian tampilan antarmuka menu embedding.

No	Input	Output	Hasil Yang Diharapkan	Keterangan
1.	Menekan tombol pilih cover image dan memilih gambar	Menampilkan gambar yang dipilih pada panel kiri layar	Menampilkan gambar yang dipilih pengguna pada panel kiri layar	Berhasil
2.	Menekan tombol input file pesan dan memilih pesan	Menampilkan nama file pesan yang dipilih pada text field	Menampilkan nama file pesan yang dipilih pengguna	Berhasil
3.	Memasukkan kunci dan menekan tombol proses	Menampilkan gambar hasil penyisipan pada panel kanan layar	Menampilkan gambar hasil penyisipan pada panel kanan layar	Berhasil
4.	Menekan tombol simpan gambar	Menampilkan dialog memilih lokasi penyimpanan gambar	Menampilkan dialog memilih lokasi penyimpanan gambar	Berhasil
5.	Menekan tombol save pada dialog	Menyimpan gambar hasil penyisipan	Pengguna berhasil menyimpan gambar hasil penyisipan sesuai dengan lokasi penyimpanan dipilih	Berhasil
6.	Menekan tombol kembali	Kembali ke menu home	Pengguna kembali ke menu home	Berhasil

**Tabel 3.** Pengujian tampilan antarmuka menu extracting.

No	Input	Output	Hasil Yang Diharapkan	Keterangan
1.	Menekan tombol pilih stego image dan memilih gambar	Menampilkan gambar yang dipilih pada panel kiri layar	Menampilkan gambar yang dipilih pengguna pada panel kiri layar	Berhasil



No	Input	Output	Hasil Yang Diharapkan	Keterangan
2.	Memasukan kunci dan menekan tombol proses	Menampilkan pesan hasil ekstraksi pada text area di kanan layar	Menampilkan pesan hasil ekstraksi pada text area di kanan layar	Berhasil
3.	Menekan tombol simpan pesan	Menampilkan dialog memilih lokasi penyimpanan pesan	Menampilkan dialog memilih lokasi penyimpanan pesan	Berhasil
4.	Menekan tombol save pada dialog	Menyimpan pesan hasil ekstraksi	Pengguna berhasil menyimpan pesan hasil ekstraksi sesuai dengan lokasi penyimpanan dipilih	Berhasil
5.	Menekan tombol kembali	Kembali ke menu home	Pengguna kembali ke menu home	Berhasil

Tabel 4. Pengujian tampilan antarmuka menu perbandingan kualitas citra.

No	Input	Output	Hasil Yang Diharapkan	Keterangan
1.	Menekan tombol pilih cover image dan memilih gambar	Menampilkan gambar yang dipilih pada panel kiri layar	Menampilkan gambar yang dipilih pengguna pada panel kiri layar	Berhasil
2.	Menekan tombol pilih stego image dan memilih gambar	Menampilkan gambar yang dipilih pada panel kanan layar	Menampilkan gambar yang dipilih pengguna pada panel kanan layar	Berhasil
3.	Menekan tombol hitung	Menampilkan nilai MSE dan PSNR pada 2 text field	Menampilkan nilai MSE dan PSNR pada 2 text field	Berhasil
4.	Menekan tombol kembali	Kembali ke menu home	Pengguna kembali ke menu home	Berhasil

### 3.2.2 Pengujian penyisipan dan pengembalian pesan

Tabel 5. Hasil pengujian penyisipan dan pengembalian pesan.

Cover Image	Pesan Text	Kunci	Stego Image	Status Embedding	Status Extracting	Durasi Embedding	Durasi Extracting
	lorem ipsum.txt	UIGM	abstract-lorem.png	Berhasil	Berhasil	53,662 detik	57,651 detik
	mentari.txt		abstract-mentari.png	Berhasil	Berhasil	0,27 detik	0,2 detik
	waktu.txt		abstract-waktu.png	Berhasil	Berhasil	3,47 detik	3,141 detik
	Prince Liam.txt	save earth	pohon-prince.png	Berhasil	Berhasil	91,015 detik	98,149 detik
	rust-lang.txt		pohon-rust.png	Berhasil	Berhasil	19,719 detik	16,51 detik
	random.txt		random.png	Berhasil	Berhasil	4,655 detik	4,427 detik
	rust-lang.txt	sMartPhone	snow-rust.png	Berhasil	Berhasil	20,352 detik	19,968 detik
	random.txt		snow-random.png	Berhasil	Berhasil	4,664 detik	4,229 detik
	hujan.txt		snow-hujan.png	Berhasil	Berhasil	26,661 detik	28,428 detik
	waktu.txt	12345	earth-waktu.png	Berhasil	Berhasil	5,27 detik	3,301 detik
	Finding.txt		earth-finding.png	Berhasil	Berhasil	35,503 detik	33,357 detik



Cover Image	Pesan Text	Kunci	Stego Image	Status Embedding	Status Extracting	Durasi Embedding	Durasi Extracting
	hidup.txt		earth-hidup.png	Berhasil	Berhasil	16,467 detik	16,862 detik
	quotes.txt		rock-quotes.png	Berhasil	Berhasil	2,526 detik	2,72 detik
	lorem ipsum.txt	brln	rock-lorem.png	Berhasil	Berhasil	57,276 detik	53,496 detik
Rock-hills.png	mentari.txt		rock-mentari.png	Berhasil	Berhasil	0,233 detik	0,205 detik
	waktu.txt		g lebah-waktu.png	Berhasil	Berhasil	5,371 detik	3,564 detik
	Finding.txt	Informatika	lebah-finding.png	Berhasil	Berhasil	35,79 detik	38,82 detik
lebah.png	rust-lang.txt		g lebah-rust.png	Berhasil	Berhasil	18,28 detik	18,749 detik
	mentari.txt		good-mentari.png	Berhasil	Berhasil	0,215 detik	0,219 detik
	waktu.txt	4u	g good-time.png	Berhasil	Berhasil	3,602 detik	3,49 detik
Good-night.png	hujan.txt		good-rain.png	Berhasil	Berhasil	26,346 detik	24,755 detik
	waktu.txt		foggy-waktu.png	Berhasil	Berhasil	3,726 detik	3,757 detik
	Prince Liam.txt	nothing	foggy-liam.png	Berhasil	Berhasil	90,26 detik	99,46 detik
foggy-road.png	hidup.txt		road-life.png	Berhasil	Berhasil	17,923 detik	16,2 detik
	quotes.txt		windows-quotes.png	Berhasil	Berhasil	1,86 detik	1,83 detik
	hujan.txt	return true	windows-rain.png	Berhasil	Berhasil	26,21 detik	25,61 detik
windows-xp.png	mentari.txt		windows-sun.png	Berhasil	Berhasil	0,219 detik	0,196 detik
	hujan.txt		ocean-rain.png	Berhasil	Berhasil	26,572 detik	25,16 detik
	Finding.txt	On Site	finding-ocean.png	Berhasil	Berhasil	34,773 detik	34,164 detik
blue-ocean.png	Prince Liam.txt		blue-prince.png	Berhasil	Berhasil	94,738 detik	88,031 detik

Dapat dilihat bahwa seluruh sampel pesan berhasil disisipkan ke dalam cover-image yang tersedia dan seluruh stego-image dapat mengembalikan pesan asli dengan catatan kunci pengembalian pesan harus sama dengan kunci penyisipan. Selain itu, waktu penyisipan dan pengembalian pesan dipengaruhi oleh panjang karakter pesan.

### 3.2.3 Pengujian Perhitungan Nilai MSE dan PSNR

Tabel 6. Hasil perhitungan nilai MSE dan PSNR.

File Gambar	File Stego-Image	MSE	PSNR
abstract.png	abstract-lorem.png	0,02161	64,78412 dB
	abstract-mentari.png	0,00108	77,79121 dB
	abstract-waktu.png	0,00557	70,67173 dB
pohon.png	pohon-prince.png	0,02666	63,87285 dB
	pohon-rust.png	0,01213	67,29196 dB
	pohon-random.png	0,00617	70,22654 dB
snow-city.png	snow-rust.png	0,01209	67,30774 dB
	snow-random.png	0,00599	70,35315 dB
earth.png	snow-hujan.png	0,01446	66,52992 dB
	earth-waktu.png	0,00545	70,77056 dB



File Gambar	File Stego-Image	MSE	PSNR
Rock-hills.png	earth-finding.png	0,01702	65,82087 dB
	earth-hidup.png	0,01159	67,49072 dB
	rock-quotes.png	0,00383	72,29655 dB
	rock-lorem.png	0,02139	64,82775 dB
	rock-mentari.png	0,00118	77,39729 dB
lebah.png	lebah-waktu.png	0,00552	70,70827 dB
	lebah-finding.png	0,01696	65,83655 dB
Good-night.png	lebah-rust.png	0,01216	67,28099 dB
	good-mentari.png	0,00109	77,7592 dB
	good-time.png	0,00544	70,77801 dB
foggy-road.png	good-rain.png	0,01458	66,49402 dB
	foggy-waktu.png	0,00555	70,6884 dB
	foggy-liam.png	0,02707	63,80603 dB
windows-xp.png	road-life.png	0,01153	67,51126 dB
	windows-quotes.png	0,00384	72,28598 dB
	windows-rain.png	0,01456	66,49959 dB
	windows-sun.png	0,00117	77,43659 dB
blue-ocean.png	ocean-rain.png	0,01463	66,47856 dB
	finding-ocean.png	0,01714	65,79002 dB
	blue-prince.png	0,02685	63,84147 dB

Kualitas gambar yang dihasilkan setelah proses penyisipan sangat baik karena tidak ada perubahan yang terlihat secara visual. Hal ini ditunjukkan oleh nilai MSE yang rendah dan nilai PSNR yang lebih dari 30 dB.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan, berhasil membangun aplikasi yang menerapkan metode Spread Spectrum dalam menyisipkan pesan ke dalam citra digital, panjang pesan yang disisipkan pada cover-image mempengaruhi waktu penyisipan dan pembacaan kembali pesan. Semakin panjang pesan yang disisipkan maka semakin lama waktu yang diperlukan, metode Spread Spectrum menghasilkan kualitas citra yang cukup baik setelah proses penyisipan, hal ini dapat dibuktikan dengan hasil pengujian PSNR yang lebih dari 30 db dan panjang pesan yang disisipkan pada cover-image mempengaruhi kualitas stego-image. Semakin panjang pesan yang disisipkan maka semakin kecil PSNR yang dihasilkan.

#### REFERENCES

- [1] C. Kaushal, K. Kaushal, and A. Singla, "Firefly optimization-based segmentation technique to analyse medical images of breast cancer," *Int. J. Comput. Math.*, vol. 98, no. 7, pp. 1293–1308, 2021, doi: 10.1080/00207160.2020.1817411.
- [2] R. R. Shofiyah & Kurniawan, "Pengaruh Jejaring Sosial Terhadap Eksistensi Sosial Budaya," vol. x, no. x, pp. 1–17, 2020.
- [3] P. P. Nicolas, H. Soetanto, W. Wahyudi, and A. Rossi, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Karyawan Terbaik pada PT. XYZ dengan Metode Profile Matching dan Interpolasi," *J. Sist. dan Teknol. Inf.*, vol. 9, no. 2, p. 121, 2021, doi: 10.26418/justin.v9i2.44159.
- [4] I. Sholihin and F. Ariyani, "Perancangan Sistem Informasi Pendaftaran Anggota Baru Berbasis Web Pada UKMI Ar-Rahman Universitas Teknokrat Indonesia," *J. Data Min. dan Sist. Inf.*, vol. 4, no. 1, p. 23, 2023, doi: 10.33365/jdmsi.v4i1.2618.
- [5] H. Hammam, A. Asyhar, S. A. Wibowo, and G. Budiman, "Implementasi Dan Analisis Performansi Metode You Only Look Once ( Yolo ) Sebagai Sensor Pornografi Pada Video Implementation and Performance Analysis of You Only Look Once ( Yolo ) Method As Porn Censorship in Video," 2020, vol. 7, no. 2, pp. 3631–3638.
- [6] H. Santoso, "Accuracy Improvement of Basal Stem Rot Disease Identification in Oil Palm Plantation Using Unmanned Aerial Vehicle and Machine Learning," *Indones. J. Oil Palm Res.*, vol. 31, no. 2, pp. 82–95, 2023, [Online]. Available: <https://www.iopri.org/jurnalkelapasawit/index.php/jpks/article/view/218/146>.
- [7] N. A. Husin, S. Khairunniza-Bejo, A. F. Abdullah, M. S. M. Kassim, D. Ahmad, and M. H. A. Aziz, "Classification of basal stem rot disease in oil palm plantations using terrestrial laser scanning data and machine learning," *Agronomy*, vol. 10, no. 11, 2020, doi: 10.3390/agronomy10111624.
- [8] A. Hernandez, H. Hartini, and D. Sartika, "Steganografi Citra Menggunakan Metode Least Significant Bit (LSB) dan Linear Congruential Generator (LCG)," *JATISI (Jurnal Tek. Inform. dan Sist. Informasi)*, vol. 5, no. 2, pp. 137–146, 2019, doi: 10.35957/jatisi.v5i2.134.
- [9] (Univ. Pend. Wiryawan, et al, "STEGANOGRAFI BERDASARKAN METODE LEAST SIGNIFICANT BIT (LSB) PADA CITRA DIGITAL DENGAN TEKNIK KOMPRESI LOSSLES," *J. Ilmu Komput. Indones.*, vol. 4, no. 1, pp. 34–40, 2019.
- [10] Y. R. Nasution, M. Furqan, and M. Sinaga, "Implementasi Steganografi Menggunakan Metode Spread Spectrum Dalam Pengamanan Data Teks Pada Citra Digital," *J-SAKTI (Jurnal Sains Komput. dan Inform.)*, vol. 4, no. 2, pp. 351–358, 2020.
- [11] R. Krithiga and P. Geetha, "Breast Cancer Detection, Segmentation and Classification on Histopathology Images Analysis: A Systematic Review," *Arch. Comput. Methods Eng.*, vol. 28, no. 4, pp. 2607–2619, 2021, doi: 10.1007/s11831-020-09470-w.
- [12] M. Dehghani et al., "Scaling Vision Transformers to 22 Billion Parameters," *Proc. Mach. Learn. Res.*, vol. 202, pp. 7480–7512, 2023.



- [13] F.-Z. Nakach, A. Idri, and H. Zerouaoui, "Deep Hybrid Bagging Ensembles for Classifying Histopathological Breast Cancer Images," in Proceedings of the 15th International Conference on Agents and Artificial Intelligence (ICAART2023) - Volume 2, pa, 2023, vol. 2, no. Icaart, pp. 289–300, doi: 10.5220/0011704200003393.
- [14] A. W. Kusuma and R. L. Ellyana, "Penerapan Citra Terkompresi Pada Segmentasi Citra Menggunakan Algoritma K-Means," J. Terap. Teknol. Inf., vol. 2, no. 1, pp. 65–74, 2018, doi: 10.21460/jutei.2018.21.65.
- [15] S. R. Saragih and D. P. Utomo, "Penerapan Algoritma Prefix Code Dalam Kompresi Data Teks," KOMIK (Konferensi Nas. ...., vol. 4, no. 1, pp. 249–252, 2020, doi: 10.30865/komik.v4i1.2691.
- [16] F. Setyatama and A. Irwankurnia, "Rapid Application Development (Rad) Method for Developing Clinical Laboratory Information System (Case Study: Pt. Populer Sarana Medika)," J. Electr. Eng. Comput. Sci., vol. 3, no. 2, pp. 421–430, 2018.
- [17] Bitlas Academy, "Apa itu RAD? Mengenal Salah Satu Metode Pengembangan Aplikasi," Bitlabs. Bitlabs Academy, p. 1, 2020.
- [18] R. A. Sukanto and M. Shalahuddin, *Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Berorientasi Objek, Revisi*. Bandung: Informatika Bandung, 2019.
- [19] I. W. A. W. Kusuma and A. Kusumadewi, "Analisa Perbandingan Citra Hasil Segmentasi Menggunakan Metode K-Means dan Fuzzy C Means pada Citra Input Terkompresi," *Elektrika*, vol. 13, no. 2, pp. 63–70, 2021, doi: 10.26623/elektrika.v13i2.3182.