**JITSI: Jurnal Informatika Dan Teknologi Sistem Informasi**
https://jurnal.interaksisaintek.com/index.php/JITSI
ISSN : 3123 - 6650 (Media Online)
Vol. 1 No. 1 (November 2024) Hal 27-39

# MODIFIKASI METODE CHINESE REMINDER THEOREM MENGGUNAKAN BLUM BLUM SHUB GENERATOR UNTUK PEMBENTUKAN WATERMARKING CITRA DIGITAL

**Soeb Aripin [1],**

[1]Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer & Teknologi Informasi Universitas Budi darma , Medan, Indonesia
Email: [1]suebaripin@gmail.com,

## ABSTRACT

*Data security is an essential aspect of information technology development, particularly in the exchange and distribution of digital information. Digital images, especially personal photographs, are vulnerable to misuse by unauthorized parties. One technique that can be used to enhance information security in digital images is watermarking, which involves embedding specific information into an image as a means of data protection. The Chinese Remainder Theorem (CRT) is one of the methods that can be applied in the watermark embedding process. However, the application of this method may pose security risks if the embedding pattern can be identified by unauthorized parties. Therefore, modifications are needed to improve the security of the watermark embedding process. This study aims to modify the CRT method by integrating the Blum Blum Shub Generator (BBS) algorithm to randomize data embedding locations in digital images. The BBS algorithm is used to generate random numbers that serve as the basis for determining pixel positions where the watermark is embedded. This approach makes the embedding locations more difficult to predict, thereby reducing the risk of watermark detection and extraction by unauthorized parties. This modification is expected to enhance watermark embedding security while preserving the visual imperceptibility of the image, ensuring that the changes are not easily noticeable to the naked eye. Thus, the combination of the CRT method and the BBS algorithm is expected to provide an alternative approach to improving the protection of information embedded in digital images.*

***Keyword*****:** *Data Security, Digital Images, Watermarking, Chinese Remainder Theorem, Blum Blum Shub Generator*.

## ABSTRAK

Keamanan data merupakan aspek penting dalam perkembangan teknologi informasi, terutama dalam pertukaran dan penyebaran informasi digital. Citra digital, khususnya foto pribadi, rentan terhadap penyalahgunaan oleh pihak yang tidak bertanggung jawab. Salah satu teknik yang dapat digunakan untuk meningkatkan keamanan informasi pada citra digital adalah *watermarking*, yaitu penyisipan informasi tertentu ke dalam citra sebagai bentuk perlindungan data. Metode *Chinese Remainder Theorem* (CRT) merupakan salah satu metode yang dapat digunakan dalam proses penyisipan (*embedding*) watermark. Namun, penerapan metode ini berpotensi menghadapi risiko keamanan apabila pola penyisipan dapat diketahui oleh pihak yang tidak berwenang. Oleh karena itu, diperlukan modifikasi untuk meningkatkan keamanan proses penyisipan watermark. Penelitian ini bertujuan memodifikasi metode CRT dengan

mengintegrasikan algoritma *Blum Blum Shub Generator* (BBS) untuk mengacak lokasi penyisipan data pada citra digital. Algoritma BBS digunakan untuk membangkitkan bilangan acak yang menjadi dasar penentuan posisi piksel tempat watermark disisipkan. Dengan pendekatan ini, lokasi penyisipan menjadi lebih sulit diprediksi sehingga dapat mengurangi risiko pendeteksian dan ekstraksi watermark oleh pihak yang tidak berwenang. Modifikasi ini diharapkan mampu meningkatkan keamanan penyisipan watermark sekaligus mempertahankan ketidakjelasan visual citra sehingga perubahan yang terjadi tidak mudah dikenali secara kasatmata. Dengan demikian, kombinasi metode CRT dan algoritma BBS diharapkan dapat menjadi alternatif dalam meningkatkan perlindungan informasi yang disisipkan pada citra digital.

***Kata Kunci:*** Keamanan Data, Citra Digital, *Watermarking*, *Chinese Remainder Theorem*, *Blum Blum Shub Generator*.

## 1. PENDAHULUAN

Keamana data pada zama modern adalah hal yang sangat penting dikarenakan teknologi informasi sebagai media pertukaran informasi berkembang sangat cepat. Berbagai jenis informasi seperti teks, gambar, suara dan video dapat dikonversikan menjadi media digital yang memungkinkan untuk diperbanyak maupun dikirimkan melalui berbagai media seperti memanfaatkan internet. Banyak informasi yang dapat diakses diinternet dan sangat mudah untuk digunakan seperti citra digital atau gambar. Citra digital yang sangat mudah dan banyak disalahgunakan oleh orang yang tidak bertanggung jawab dan sangat rentang disalahgunkan adalah foto pribadi [1]. Salah satu teknik yang dapat digunkan dalam pengaman informasi adalah menggunkan steganografi dengan memanfaatkan watermaking[2].

Watermaking adalah salah satu tekni yang digunakan dengan menyisipkan informasi kedalam citra digital yang digunakan sebagi autentikasi citra tersebut [3]. Banyak metode yang digunakan dalam memanfaatkan watermaking dalam mengamkan citra digital salah satunya Metode Chinese Reminder Theorem. Metode Chinese Reminder Theorem (CRT) adalah metode yang digunakan untuk menyisipkan data teks kedalam citra digital bertujuan untuk memberikan informasi yang tidak diketahui oleh orang lain[4] [5]. Kelebihan metode Chinese Reminder Theorem (CRT) yang dihasilkan mampu melakukan proses deteksi perubahan citra dan juga mampu mengembalikan citra yang sudah diubah kembali seperti citra semula. Metode Chinese Reminder Theorem salah satu metode embedding watermark telah yang populer digunakan sebagai proses embedding watermark hal tersebut menjadikan kelemahan dikarenakan mudah untuk di ekstraksi berdasarkan pola teks yang disispkan pada metode yang sudah banyak diketahun oleh penggunaan steganografi [6]. Berdasarkan kelemahan metode Chinese Reminder Theorem diperlukan suatu cara agar tidak mudah dipecahkan salah satunya dengan cara memberikan kerumitan pada titik data yang disisipkan didalam citra digital dengan memanfaatkan algoritma pengacakan. Dengan memasukkan algoritma pengacakan, dianggap dapat menghilangkan kemungkinan penyerang menebak hasil dengan mengetahui algoritma yang digunakan [7]. Telah banyak algoritma bilangan acak yang diusulkan dan digunakan hingga saat ini. Algoritma-algoritma tersebut menggunakan berbagai pendekatan berbeda untuk menghasilkan bilangan acak atau random salah satunya algoritma Blum Blum Shub Generator . Algoritma Blum Blum Shub Generator adalah algoritma yang digunakan dalam menghasilkan bilangan acak yang terkenal karena kesederhanaannya dalam proses perhitungan namun tetap

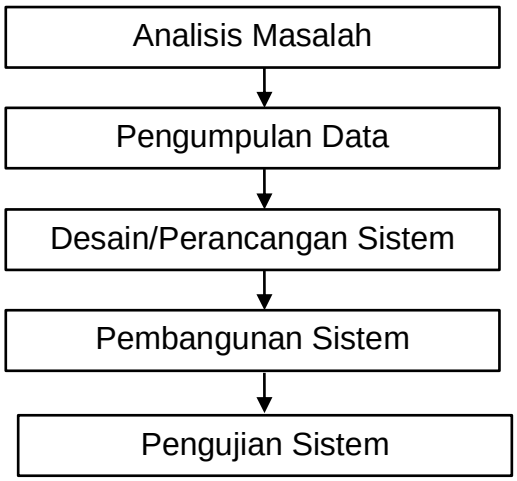
menghasilkan bilangan acak yang aman[8][9]. Tujuan dalam menggunakan algoritma Blum Blum Shub Generator adalah proses penentuan lokasi penyisipan data metode Chinese Reminder Theorem berdasarkan urutan nilai akacak yang dibangkitkan dalam menetukan posisi titik piksel yang disisipkan untuk membetuk watermaking citra.

Berdasarkan penjelasan pada latar belakang masalah diatas dan penelititian terkai, maka penelitian ini bertujuan untuk modifikasi Metode Chinese Reminder Theorem menggunakan Blum Blum Shub Generator untuk pembentukan Watermarking Citra Digital.

.

## 2. METODE

Tahapan penelitian diawali dengan penentuan tempat dan waktu pelaksanaan dan tahap persiapan yang meliputi analisa masalah, pengumpulan data, perancangan sistem, pembangunan sistem dan pengujian sistem serta tahapan penulisan laporan.




Gambar 4.1 Tahapan Metode Penelitian

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis sistem berfungsi untuk melihat hasil modifikasi Metode Chinese Reminder Theorem menggunakan Blum Blum Shub Generator untuk pembentukan Watermarking Citra Digital. Dan hasil dari kombinasi tersebut harus bisa tidak tampak secara kasat mata dan media penampung watermaking juga tidak menampakkan perubahan yang drastis sehingga tidak terjadi kecurigaan oleh orang yang melihatnya terdapat pesan pada file gambarnya. Watermaking adalah salah satu tekni yang digunakan dengan menyisipkan informasi kedalam citra digital yang digunakan sebagi autentikasi citra tersebut. Banyak metode yang digunakan dalam memanfaatkan watermaking dalam mengamkan citra digital salah satunya Metode Chinese Reminder Theorem. Metode Chinese Reminder Theorem (CRT) adalah metode yang digunakan untuk menyisipkan data teks kedalam citra digital bertujuan untuk memberikan informasi yang tidak diketahui oleh orang lain. Kelebihan metode Chinese Reminder Theorem (CRT) yang dihasilkan mampu melakukan proses deteksi perubahan citra dan juga mampu mengembalikan citra yang sudah diubah kembali seperti citra semula. Metode Chinese

Reminder Theorem salah satu metode embedding watermark telah yang populer digunakan sebagai proses embedding watermark hal tersebut menjadikan kelemahan dikarenakan mudah untuk di ekstraksi berdasarkan pola teks yang disispkan pada metode yang sudah banyak diketahun oleh penggunaan steganografi. Berdasarkan kelemahan metode Chinese Reminder Theorem diperlukan suatu cara agar tidak mudah dipecahkan salah satunya dengan cara memberikan kerumitan pada titik data yang disisipkan didalam citra digital dengan memanfaatkan algoritma pengacakan. Dengan memasukkan algoritma pengacakan, dianggap dapat menghilangkan kemungkinan penyerang menebak hasil dengan mengetahui algoritma yang digunakan. Algoritma Blum Blum Shub Generator adalah algoritma yang digunakan dalam menghasilkan bilangan acak yang terkenal karena kesederhanaannya dalam proses perhitungan namun tetap menghasilkan bilangan acak yang aman Tujuan dalam menggunakan algoritma Blum Blum Shub Generator adalah proses penentuan lokasi penyisipan data metode Chinese Reminder Theorem berdasarkan urutan nilai akacak yang dibangkitkan dalam menetukan posisi titik piksel yang disisipkan untuk membetuk watermaking citra

Adapun proses modifikasi Metode Chinese Reminder Theorem menggunakan Blum Blum Shub Generator untuk pembentukan Watermarking Citra Digital adalah hal yang sangat penting dapat dilihat dalam ilustrasi diagram di bawah ini:

Input watermaking yang akan disisipkan.

Inputkan citra yang akan disisipi pesan.

Ubah pesan yang telah terenkripsi menjadi ASCII.

Pilih lokasi piksel dari citra dengan menggunakan algoritma Blum Blum Shub Generator

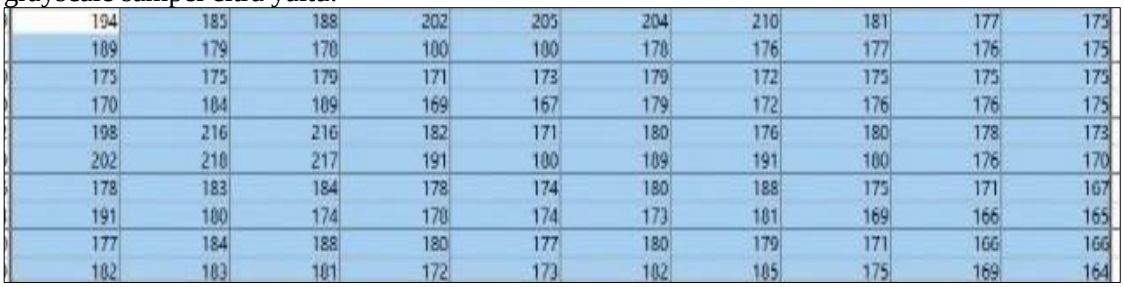
Lakukan Metode Chinese Reminder Theorem dengan cara tambahkan kode ASCII pesan sebagai nilai piksel diakhir citra.

Ubah piksel menjadi citra, maka akan diperoleh citra baru yang mengandung pesan (stego-image).




Gambar 5.1 Bagan Alir Watermaking

Input pesan yang akan disisipkan.
Adapun pesan yang diguanakn sebagai sampel penerapan metode CRT pada penelitian ini adalah “ananda”
Inputkan citra yang akan disisipi pesan.
Adapun nilai piksel yang dijadikan sampel yaitu resolusi 10x10 piksel berdasarkan gambar grayscale sampel citra yaitu:




Gambar 3.3 nilai pixel citra digital 10x10

Ubah pesan yang telah terenkripsi menjadi ASCII.
Adapun nilai ASCII dari pesan yang digunakan sebagai sampel penerapan metode CRT pada penelitian ini adalah “ananda” yaitu:
Tabel 4.1 Nilai ASCII Sampel Data

| No | Pesan | Nilai HexDesimal | Nilai Biner |
|---|---|---|---|
| 1 | A | 61 | 01100001 |
| 2 | N | 6E | 01101110 |
| 3 | A | 61 | 01100001 |
| 4 | N | 6E | 01100001 |
| 5 | D | 65 | 01100101 |
| 6 | A | 61 | 01101110 |
| Total | | | 48 |

Pilih lokasi piksel dari citra dengan menggunakan algoritma Blum Blum Shub Generator
Adapun penerapan dari algoritma Blum Blum Shub Generator dalam menentukan lokasi piksel berdasarkan jumlah pesan sebanyak 48 bit berdasakan 4 titik yang algoritma Blum Blum Shub Generator.
X [i+1] = $x_i^2$ mod m
Dimana nilain m adalah banyak jumlah sampel citra yaitu:
n=7
p=11
m=nxp=7x11=77
X [0]=3
X [0+1] = $x_i^2$ mod m
X[1] = 32 mod 77
X[1] =9

X [1+1] = $x_i^2$ mod m
X[2] = 92 mod 77
X[2] =81 mod 77
X[2] =4
X [2+1] = $x_i^2$ mod m
X[3] = 42 mod 77
X[3] =16
X [3+1] = $x_i^2$ mod m
X[4] = 162 mod 77
X[4] =256 mod 77
X[4] =25
Maka didapatkan titik piksel dibagi menjadi 4 lakosi awal memasukakn pesan yaitu : 4,9,16,25

Tabel 4.2 Pembagian Pesan Berdasarkan Lokasi

| No | Pesan | Nilai HexDesimal | Nilai Biner | Lokasi Star Piksil Awal |
|---|---|---|---|---|
| 1 | a | 61 | 01100 001 | 4= 01100 |
| 2 | n | 6E | 0110 1110 | 9=001 0110 |
| 3 | a | 61 | 0110 0001 | 16=1110 01100 |
| 4 | n | 6E | 01100001 | 25=001 01100001 01100101 01101110 |
| 5 | d | 65 | 01100101 | |
| 6 | a | 61 | 01101110 | |

Lakukan Metode CRT dengan cara subtansikan nilai bit kode ASCII pesan sebagai nilai piksel diakhir citra

Tabel 4.3 Nilai Piksel 10x10

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 194 | 185 | 188 | 202 | 205 | 204 | 210 | 181 | 177 | 175 |
| 189 | 179 | 178 | 180 | 180 | 178 | 176 | 177 | 176 | 175 |
| 175 | 175 | 179 | 171 | 173 | 179 | 172 | 175 | 175 | 175 |
| 170 | 184 | 189 | 169 | 167 | 179 | 172 | 176 | 176 | 175 |
| 198 | 216 | 216 | 182 | 171 | 180 | 176 | 180 | 178 | 173 |
| 202 | 218 | 217 | 191 | 180 | 189 | 191 | 180 | 176 | 170 |
| 178 | 183 | 184 | 178 | 174 | 180 | 188 | 175 | 171 | 167 |
| 191 | 180 | 174 | 178 | 174 | 173 | 181 | 169 | 166 | 165 |
| 177 | 184 | 188 | 180 | 177 | 180 | 179 | 171 | 166 | 166 |
| 182 | 183 | 181 | 172 | 173 | 182 | 185 | 175 | 169 | 164 |

Proses selanjutnya menetuan lokasi titik piksil berdasarkan tabel 4.2 yaitu hasil Blum Blum Shub Generator.

Tabel 4.4 Lokasi Penyisipan Pesan

| X | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 194 | 185 | 188 | 202 | 205 | 204 | 210 | 181 | 177 | 175 |
| 2 | 189 | 179 | 178 | 180 | 180 | 178 | 176 | 177 | 176 | 175 |
| 3 | 175 | 175 | 179 | 171 | 173 | 179 | 172 | 175 | 175 | 175 |
| 4 | 170 | 184 | 189 | 169 | 167 | 179 | 172 | 176 | 176 | 175 |
| 5 | 198 | 216 | 216 | 182 | 171 | 180 | 176 | 180 | 178 | 173 |
| 6 | 202 | 218 | 217 | 191 | 180 | 189 | 191 | 180 | 176 | 170 |
| 7 | 178 | 183 | 184 | 178 | 174 | 180 | 188 | 175 | 171 | 167 |
| 8 | 191 | 180 | 174 | 178 | 174 | 173 | 181 | 169 | 166 | 165 |
| 9 | 177 | 184 | 188 | 180 | 177 | 180 | 179 | 171 | 166 | 166 |
| 10 | 182 | 183 | 181 | 172 | 173 | 182 | 185 | 175 | 169 | 164 |

Keterangan pada titik star 4:
1.X1.4 = 202=11001010
2.X1.5= 205=11001101
3.X1.6=204=11001100
4.X1.7=210=11010010
5.X1.8=181=10110101
Keterangan pada titik star 9:
1.X.1.9=177=10110001
2.X.1.10=175=10101111
3.X.2.1=189=10111101
4.X.2.2=179=10110011
5.X.2.3=178=10110010
6.X.2.4=180=10110100
7.X.2.5=180=10110100
Keterangan pada titik star 16:
1.X.2.6=178=10110010
2.X.2.7=176=10110000
3.X.2.8=177=10110001
4.X.2.9=176=10110000
5.X.2.10=175=10101111
6..X.3.1=175=10101111
7.X.3.2=175=10101111
8.X.3.3=179=10110011
9.X.3.4=171=10101011
Keterangan pada titik star 25:
1.X.3.5=173=10101101

2.X.3.6=179=10110011
3.X.3.7=172=10101100
4.X.3.8=175=10101111
5.X.3.9=175=10101111
6.X.3.10=175=10101111
7.X.4.1=170=10101010
8.X.4.2=184=10111000
9.X.4.3=189=10111101
10.X.4.4=169=10101001
11.X.4.5=167=10100111
12.X.4.6=179=10110011
13.X.4.7=172=10101100
14.X.4.8=176=10110000
15.X.4.9=176=10110000
16.X.4.10=175=10101111
17.X.5.1=198=11000110
18.X.5.2=216=11011000
19.X.5.3=216=11011000
20.X.5.4=182=10110110
21.X.5.5=171=10101011
22.X.5.6=180=10110100
23.X.5.7=176=10110000
24.X.5.8=180=10110100
25.X.5.9=178=10110010
26.X.5.10=173=10101101
27.X.6.1=202=11001010

Proses selajutnya menerapkan metode CRT dengan melakukan subtansi pesan pada nilai titik piksel yang digunakan koordinat

Keterangan pada titik star 4:
Pesan : 01100
1.X1.4 = 202=11001010 subtansi pesan 0 pada nilai akhir biner piksel = 11001010
2.X1.5= 205=11001101 subtansi pesan 1 pada nilai akhir biner piksel = 11001101
3.X1.6=204=11001100 subtansi pesan 1 pada nilai akhir biner piksel = 11001101
4.X1.7=210=11010010 subtansi pesan 0 pada nilai akhir biner piksel = 11010010
5.X1.8=181=10110101 subtansi pesan 1 pada nilai akhir biner piksel = 10110101

Keterangan pada titik star 9:
Pesan : 001 0110
1.X.1.9=177=10110001 subtansi pesan 1 pada nilai akhir biner piksel = 10110000
2.X.1.10=175=10101111 subtansi pesan 1 pada nilai akhir biner piksel = 10101110
3.X.2.1=189=10111101 subtansi pesan 1 pada nilai akhir biner piksel = 10111101
4.X.2.2=179=10110011 subtansi pesan 1 pada nilai akhir biner piksel = 10110010
5.X.2.3=178=10110010 subtansi pesan 0 pada nilai akhir biner piksel = 10110011
6.X.2.4=180=10110100 subtansi pesan 0 pada nilai akhir biner piksel = 10110101
7.X.2.5=180=10110100 subtansi pesan 0 pada nilai akhir biner piksel = 10110100

Keterangan pada titik star 16:
Pesan : 1110 01100
1.X.2.6=178=10110010 subtansi pesan 0 pada nilai akhir biner piksel = 10110011
2.X.2.7=176=10110000 subtansi pesan 0 pada nilai akhir biner piksel = 10110001

3.X.2.8=177=10110001 subtansi pesan 1 pada nilai akhir biner piksel = 10110001
4.X.2.9=176=10110000 subtansi pesan 0 pada nilai akhir biner piksel = 10110000
5.X.2.10=175=10101111 subtansi pesan 1 pada nilai akhir biner piksel = 10101110
6..X.3.1=175=10101111 subtansi pesan 1 pada nilai akhir biner piksel = 10101111
7.X.3.2=175=10101111 subtansi pesan 1 pada nilai akhir biner piksel = 10101111
8.X.3.3=179=10110011 subtansi pesan 1 pada nilai akhir biner piksel = 10110010
9.X.3.4=171=10101011 subtansi pesan 1 pada nilai akhir biner piksel = 10101010
Keterangan pada titik star 25:
Pesan : 001 01100001 01100101 01101110
1.X.3.5=173=10101101 subtansi pesan 1 pada nilai akhir biner piksel = 10101100
2.X.3.6=179=10110011 subtansi pesan 1 pada nilai akhir biner piksel = 10110010
3.X.3.7=172=10101100 subtansi pesan 0 pada nilai akhir biner piksel = 10101101
4.X.3.8=175=10101111 subtansi pesan 1 pada nilai akhir biner piksel = 10101110
5.X.3.9=175=10101111 subtansi pesan 1 pada nilai akhir biner piksel = 10101111
6.X.3.10=175=10101111 subtansi pesan 1 pada nilai akhir biner piksel = 10101111
7.X.4.1=170=10101010 subtansi pesan 0 pada nilai akhir biner piksel = 10101010
8.X.4.2=184=10111000 subtansi pesan 0 pada nilai akhir biner piksel = 10111000
9.X.4.3=189=10111101 subtansi pesan 1 pada nilai akhir biner piksel = 10111100
10.X.4.4=169=10101001 subtansi pesan 1 pada nilai akhir biner piksel = 10101000
11.X.4.5=167=10100111 subtansi pesan 1 pada nilai akhir biner piksel = 10100111
12.X.4.6=179=10110011 subtansi pesan 1 pada nilai akhir biner piksel = 10110010
13.X.4.7=172=10101100 subtansi pesan 0 pada nilai akhir biner piksel = 10101101
14.X.4.8=176=10110000 subtansi pesan 0 pada nilai akhir biner piksel = 10110001
15.X.4.9=176=10110000 subtansi pesan 0 pada nilai akhir biner piksel = 10110000
16.X.4.10=175=10101111 subtansi pesan 1 pada nilai akhir biner piksel = 10101110
17.X.5.1=198=11000110 subtansi pesan 0 pada nilai akhir biner piksel = 11000111
18.X.5.2=216=11011000 subtansi pesan 0 pada nilai akhir biner piksel = 11011000
19.X.5.3=216=11011000 subtansi pesan 0 pada nilai akhir biner piksel = 11011001
20.X.5.4=182=10110110 subtansi pesan 0 pada nilai akhir biner piksel = 10110110
21.X.5.5=171=10101011 subtansi pesan 1 pada nilai akhir biner piksel = 10101011
22.X.5.6=180=10110100 subtansi pesan 0 pada nilai akhir biner piksel = 10110101
23.X.5.7=176=10110000 subtansi pesan 0 pada nilai akhir biner piksel = 10110000
24.X.5.8=180=10110100 subtansi pesan 0 pada nilai akhir biner piksel = 10110101
25.X.5.9=178=10110010 subtansi pesan 0 pada nilai akhir biner piksel = 10110011
26.X.5.10=173=10101101 subtansi pesan 1 pada nilai akhir biner piksel = 10101101
27.X.6.1=202=11001010 subtansi pesan 0 pada nilai akhir biner piksel = 11001010
Maka proses selanjutnya merubah hasil nilai biner yang telah disisipkan pesan ke nilai piksel seperti tabel diawah ini:

Tabel 4.5 Hasil Penyisipan Pesan

| Piksel ke | Hasil Penyisipan | Nilai Piksel |
|---|---|---|
| X1.4 | 11001010 | 202 |
| X1.5 | 11001101 | 205 |
| X1.6 | 11001101 | 205 |
| X.1.7 | 11010010 | 210 |

| | | |
|---|---|---|
| X1.8 | 10110101 | 181 |
| X1.9 | 10110000 | 176 |
| X1.10 | 10101110 | 174 |
| X2.1 | 10111101 | 189 |
| X2.2 | 10110010 | 178 |
| X2.3 | 10110011 | 180 |
| X2.4 | 10110101 | 182 |
| X2.5 | 10110100 | 180 |
| X2.6 | 10110011 | 180 |
| X2.7 | 10110001 | 177 |
| X2.8 | 10110001 | 177 |
| X2.9 | 10110000 | 176 |
| X2.10 | 10101110 | 174 |
| X3.1 | 10101111 | 175 |
| X3.2 | 10101111 | 175 |
| X3.3 | 10110010 | 178 |
| X3.4 | 10101010 | 170 |
| X3.5 | 10101100 | 172 |
| X3.6 | 10110010 | 178 |
| X3.7 | 10101101 | 173 |
| X3.8 | 10101110 | 174 |
| X3.9 | 10101111 | 175 |
| X3.10 | 10101111 | 175 |
| X4.1 | 10101010 | 170 |
| X4.2 | 10111000 | 184 |
| X4.3 | 10111100 | 184 |
| X4.4 | 10101000 | 168 |
| X4.5 | 10100111 | 167 |
| X4.6 | 10110010 | 178 |

| | | |
|---|---|---|
| X4.7 | 10101101 | 173 |
| X4.8 | 10110001 | 177 |
| X4.9 | 10110000 | 176 |
| X4.10 | 10101110 | 174 |
| X5.1 | 11000111 | 199 |
| X5.2 | 11011000 | 216 |
| X5.3 | 11011001 | 217 |
| X5.4 | 10110110 | 182 |
| X5.5 | 10101011 | 171 |
| X5.6 | 10110101 | 181 |
| X5.7 | 10110000 | 176 |
| X5.8 | 10110101 | 181 |
| X5.9 | 10110011 | 179 |
| X5.10 | 10101101 | 173 |
| X6.1 | 11001010 | 202 |

Ubah nilai bit ke piksel, maka akan diperoleh citra baru yang mengandung pesan (stego-image).

Tabel 4.6 Hasil Nilai Piksel Pada Penyisipan Pesan

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 194 | 185 | 188 | 202 | 205 | 205 | 210 | 181 | 176 | 174 |
| 189 | 178 | 180 | 182 | 180 | 180 | 177 | 177 | 176 | 174 |
| 175 | 175 | 178 | 170 | 172 | 178 | 173 | 174 | 175 | 175 |
| 170 | 184 | 184 | 168 | 167 | 178 | 173 | 177 | 176 | 174 |
| 199 | 216 | 217 | 182 | 171 | 181 | 176 | 181 | 179 | 173 |
| 202 | 218 | 217 | 191 | 180 | 189 | 191 | 180 | 176 | 170 |
| 178 | 183 | 184 | 178 | 174 | 180 | 188 | 175 | 171 | 167 |
| 191 | 180 | 174 | 178 | 174 | 173 | 181 | 169 | 166 | 165 |
| 177 | 184 | 188 | 180 | 177 | 180 | 179 | 171 | 166 | 166 |
| 182 | 183 | 181 | 172 | 173 | 182 | 185 | 175 | 169 | 164 |

## 4.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan pengimplementasian pada modifikasi Metode Chinese Reminder Theorem menggunakan Blum Blum Shub Generator untuk pembentukan Watermarking Citra

Digital. Dapat disimpulkan penerapan Blum Blum Shub Generator dapat digunakan dalam memodipikasi loaksi letak penyisipan watermak pada citra dengan melakukan 4 pembagian lokasi dimana hasil Metode Chinese Reminder Theorem dalam penyisipan watermak berhasil dilakukan dengan citra yang masih memiliki kualitas yang hamper sama dengan citra awal

## 4.2. Saran

Berikut ini merupakan saran yang ditujukan untuk penelitian lebih lanjut tentang mengananalisis Metode Chinese Reminder Theorem.

1. Silakan menggunakan algoritma pengacakan yang lain dalam memodipikasi Metode Chinese Reminder Theorem
2. Pengembangan lebih lanjut terhadap sistem adalah membangun sistem yang lebih user-friendly dengan memperhatikan aspek-aspek interaksi manusia dan komputer.
3. Dapat dijadikan sebagai bahan pengajaran untuk pengembangan Pengolahan Citra dan Steganografi

## DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Ricky, H. Rivalri, Kristianto, dan T. Kennedi, "IMPLEMENTASI METODE PIXEL VALUE DIFFERENCING UNTUK PENYEMBUNYIAN PESAN PADA CITRA DIGITAL," *KOMIK (Konferensi Nas. Teknol. Inf. dan Komputer)*, vol. 3, no. 1, hal. 355–361, 2019.

[2] K. Ahmad dan D. Ariyus, "METODE PENGAMANAN HAK CIPTA DENGAN KRIPTOGRAFI KLASIK DAN KOMBINASI TEKNIK DIGITAL WATERMARKING MENGGUNAKAN METODE LEAST SIGNIFICANT BIT (LSB)," *Semin. Nas. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 3, no. 1, hal. 559–569, 2020.

[3] A. Ichsan, "IMPLEMENTASI TEKNIK WATERMARKING PADA CITRA DIGITAL DENGAN MENGGUNAKAN METODE FRACTAL DAN DISCRETE COSINE TRANSFORM (DCT)," *Maj. Ilm. Inf. dan Teknol. Ilm.*, vol. 6, no. 2, hal. 235–240, 2019.

[4] M. Darma, Eka Putra, "PENYISIPAN PESAN KE DALAM FILE VIDEO MENERAPKAN METODE CHINESE REMAINDER THEOREM," *KOMIK (Konferensi Nas. Teknol. Inf. dan Komputer)*, vol. 3, no. 1, hal. 108–117, 2019.

[5] S. H. Bustami dan A. Susanto, "Metode Chinese Reminder Theorem (CRT)," *J. Tek. Elektro*, vol. 11, no. 2, hal. 100–106, 2019.

[6] U. Cici, "Penyisipan Pesan Pada File Dokumen Berekstensi Xls/Xlsx Menggunakan Metode Chinese Remainder," *KLIK Kaji. Ilm. Inform. dan Komput.*, vol. 2, no. 5, hal. 156–162, 2022.

[7] A. Soeb dan S. Muhammad, "ANALISIS MODIFIKASI ALGORITMA KRIPTOGRAFI KLASIK MENGGUNAKAN ALGORITMA BLUM-MICALI GENERATOR," *J-SAKTI (Jurnal Sains Komput. dan Inform.*, vol. 6, no. 1, hal. 136–147, 2022.

[8] S. Chandra, Frenki, "Modifikasi Pembangkit Kunci Algoritma RSA Dengan Menerapkan Algoritma Blum Blum Shub (BBS)," *Build. Informatics, Technol. Sci.*, vol. 2, no. 1, hal. 39–43, 2020.

[9] H. P. Cherlina dan Panjaitan, "Analisis Pola Identifikasi Zero Knowledge Proof Dengan Algoritma Feige Fiat Shamir Menggunakan Blum Blum Shub," *MEANS (Media Inf. Anal. dan Sist.*, vol. 6, no. 1, hal. 7–12, 2021.

[10] R. Tullah *et al.*, "Perancangan steganografi dengan media gambar pada aplikasi berbasis android," vol. 4, no. 2, hal. 1–7, 2014.

[11] D. Andika dan D. Darwis, "MODIFIKASI ALGORITMA GIFSHUFFLE UNTUK PENINGKATAN KUALITAS CITRA PADA STEGANOGRAFI," *J. Ilm. Infrastruktur Teknol. Inf.*, vol. 1, no. 2, hal. 19–23, 2020.

[12] S. Syamsuryadi dan I. Aqil, "Watermarking Video Menggunakan Metode Transformasi Wavelet Diskrit," *J. Inform. Glob.*, vol. 9, no. 2, hal. 90–94, 2018.

[13] S. Aripin, L. Sarumaha, dan M. N. Sinaga, "Implementasi Metode Laplacian of Gaussian Dalam Deteksi Tepi Citra Gigi Berlubang," in *Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains (SAINTEKS)*, 2020, hal. 393–396.

[14] S. Aripin, "Perancangan aplikasi perbaikan citra pada hasil screenshot menggunakan metode interpolasi linier 1," *Pelita Inform. Inf. dan Inform.*, vol. 16, no. 1, hal. 51–58, 2017.

[15] S. Aripin, G. L. Ginting, dan N. Silalahi, "Penerapan metode retinex untuk meningkatkan kecerahan citra pada hasil screenshot," *MEDIA Inform. BUDIDARMA*, vol. 1, no. 1, hal. 24–27, 2017.

[16] M. Pulung Nurtantio Andono, T.Sutojo, *Pengolahan citra digital*. Yogyakarta, 2017.

[17] M. B. Sanjaya dan P. A. Telnon, "IMPLEMENTASI BLUM-BLUM-SHUB DAN CHAOTIC FUNCTION UNTUK MODIFIKASI KEY GENERATING PADA AES," *J. Elektro Telekomun. Terap.*, vol. 2, no. 2, hal. 154–164, 2015.